Aus der Preussischen Landesanstalt für Fischerei
Berlin-Friedrichshagen

Untersuchungen über die Wirkung von Geruchs- und Geschmacksstoffen verschiedener niederer Wassertiere auf Barsche, Kaulbarsche, Goldkarauschen und Aale.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

genehmigt von der Philosophischen Fakultät der
Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

von

Dietrich Hartmann
aus Berlin-Neukölln

Tag der mündlichen Prüfung: 18. 4. 1935.
Tag der Promotion: 16. 10. 1935

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i.W.
1935

346

Referenten: Prof. Dr. R. Hesse
Prof. Dr. C. Zimmer

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550816_0040

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung und Fragestellung . . . . . 1— 3
II. Vorversuche und Beschaffung der Versuchstiere . . . . . 4— 5
III. Versuche mit Barschen . . . . . 6—26
IV. Versuche mit Goldkarauschen und Kaulbarschen . . . . . 27—54
V. Versuche mit Aalen . . . . . 55—68
VI. Auswertung der Versuchsergebnisse . . . . . 69—73
VII. Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . . 74—75
VIII. Schriftenverzeichnis . . . . . 76—79

Einleitung und Fragestellung.

Ueber den Gesichtssinn und den chemischen Sinn der Fische liegen eine Reihe von Arbeiten vor. Baglioni (3, 4) und von Uexküll (76) untersuchten an geblendeten Fischen das Vorhandensein von Geruchs- und Geschmackssinn. Parker und seine Schüler (Parker 43—45, Parker-Sheldon 46, Parker-Stabler 47, Copeland 11) stellten fest, daß geblendete Fische — es wurden meist Zwergwelse verwendet (Amiurus nebulosus) — bei Versuchen mit Säckchen, die Tuchteile und Regenwurmbestandteile enthielten, sich fast ausschließlich um die Regenwurmsäckchen sammelten. Nach Durchtrennung der Geruchsnerven wurden die beiden Arten von Säckchen nicht mehr unterschieden, meist sogar nicht einmal aufgefunden. Olmstedt (42) benutzte dieselbe Methode, versuchte aber, dem reinen Regenwurmfleisch künstlich Stoffe zu entziehen durch Trocknung, Aetherextraktion, Chloroformextraktion oder den Regenwurmschleim zu gewinnen. Er stellte fest, daß der **Aetherextrakt** des Regenwurmfleisches **keinerlei Reizwirkung** hatte. Horne und Craigie (13) untersuchten bei Salmoniden, wie sich auf den Wandertrieb eine Durchtrennung der Geruchsnerven auswirkte. Aronsohn (2), Steiner (67) prüften vergällte Fischfutter in ihrer Wirkung auf Versuchsfische. Alle diese Untersuchungen richteten sich gegen die Theorie von Nagel (39), die besagt: „Riechen ist die Fähigkeit, dampfförmige Stoffe wahrzunehmen; Schmecken ist die Fähigkeit, Stoffe in flüssiger Form wahrzunehmen". Nagel behauptete, daß Wassertiere nur einen chemischen Sinn, nämlich den Geschmackssinn hätten. Selbst in Untersuchungen an Menschen ist verhältnismäßig spät festgestellt worden, daß Geruchs- und Geschmackssinn getrennt arbeitende Sinne sind und daß einzelne Schmeckbereiche auf der Zunge vorhanden sind. Noch in neueren Arbeiten wird von dem Vorhandensein eines metallischen und alkalischen Geschmacksempfindens neben den 4 Grundqualitäten: süß, sauer, salzig und bitter, gesprochen. Grundlegend sind die Untersuchungen von Kiesow und Hahn (32), Öhrwall (41), Rollet (54), Sternberg (68—70), Zander (86), Zwaardemaker (87). Barysheva (5) gelang es, durch Mischung von Kochsalz, Zucker, Oxalsäure und Chininhydrochlorid in verschiedenen Mengenverhältnissen künstlich Geschmacksarten zu erzeugen, beispielsweise Geschmack nach Apfel, Kakao, Weintrauben, roten Rüben.

Die früheren Physiologen versuchten vor allem das Vorhandensein eines Geruchs- und Geschmackssinnes festzustellen.

Die Physiologen der letzten Jahre wollten die Fähigkeiten der chemischen Sinne der Fische untersuchen. Von Frisch (17) und seine Schüler haben durch Dressurversuche die Physiologie der chemischen Sinne bei Fischen grundlegend untersucht. Nach Versuchen von Strieck (71) besitzen die Fische sowohl ein gutes Geruchs-, als auch ein gutes Geschmacksvermögen. Er kam zu dem Ergebnis, daß die Fische die Geschmacksqualitäten süß, sauer, salzig und bitter unterscheiden. Trudel (75) dressierte die Fische auf süße Geschmacksstoffe und verglich dabei die Reizschwellen der Fische mit den Leistungen des menschlichen Geschmackssinnes. Klenk (33) verglich in Versuchen die Wirkung von schwachen Säuren auf die Geschmackssinne von Mensch und Fisch. Klenk und Trudel kamen zu dem Ergebnis, daß der Geschmackssinn der Fische ebenso empfindlich sei, wie der des Menschen. Bateson (6), Burne (10), Hanström (24), Parker (44), Pipping (49—50) und andere haben die Geruchsorgane der Fische histologisch untersucht. Herrick (26), Lenhossék (35), Pfaffenzeller (48), Retzius (52), Schulze (64—65), Thesen (74), Weber (77) bewiesen in histologischen Untersuchungen das Vorhandensein von Geschmacksorganen bei Fischen. Dykgraaf (16) und Parker (45) konnten durch reizphysiologische Versuche das Vorhandensein eines chemischen Sinnes auf der Haut der Fische nachweisen und stellten besonders empfindliche Reizstellen fest.

Bauer (7), Burkamp (9), v. Frisch (18—19), v. Heß (28), Schiemenz (59) und Wolff (79) haben das Farbenunterscheidungsvermögen der Fische bewiesen. Herter (27) hat durch Dressurversuche auf Schablonen gezeigt, „daß die Fische nicht nur nach der Form, sondern auch nach der relativen Lage im Raum wählen". Kann nach diesen Untersuchungen angenommen werden, daß das Fischgehirn die Form der niederen Wassertiere irgendwie erinnerungsmäßig festhalten kann, wenn vom Geruchs- und Geschmackssinn einmal diese Fischnahrung verabscheut wurde? Sind es nur Geruchs- und Geschmackssinn der Fische, die als Wächter des Darmes so fein reizbar sind, daß sie die aufgenommenen Nahrungstiere im Munde nach ihrer Verwertbarkeit und Eigenart unterscheiden?

Dobers (15), Schäperclaus (56—57), Schiemenz (60—62), Willer (78), Wundsch (85) haben an Untersuchungen des Darminhaltes bei Fischen nachgewiesen, daß manche Fischarten bestimmte Nahrungstiere bevorzugen. Man unterscheidet deswegen, wie bei anderen Tierklassen, so auch bei den Fischen **stenophage und euryphage Tiere.** Das Gedeihen mancher Fischarten ist von dem Vorhandensein bestimmter Nahrungstiere abhängig. (Kaulbarsch-Zuckmückenlarven, Stint-Glaskrebs).

Wunder (80—81) hat die Nahrungsaufnahme planktonfressender Fische untersucht, aber nicht festgestellt, ob die Fische die verschiedenen Nahrungstiere mit dem chemischen Sinn un-

terscheiden. Es ist noch die Frage, wie die Fische die niederen Wassertiere unterscheiden. Cronheim (14) fragt: „Wenn eine Unterscheidung zwischen einzelnen Nährtieren vorkommt, worauf beruht diese Vorliebe, auf einer Geschmacksrichtung der Fische oder auf Anlockungsmitteln der Beute?“ Oft können ungeheure Mengen von niederen Wassertieren beobachtet werden, die jahreszeitlich verschieden stark im See auftreten, beispielsweise Micronecta meridionalis und Acarina spec., die stets von den Fischen verschmäht werden und bei Magenuntersuchungen bisher nicht gefunden wurden.

Zum Betriebs- und Aufbaustoffwechsel werden große Mengen an Nahrung benötigt; die aufgenommene Nahrung wird unzerkaut heruntergeschluckt, — nach Beobachtungen von Potonié (51) kann sich Sayomya sogar im Magen von Fischen längere Zeit lebend erhalten. — Kann überhaupt die Nahrung während dieses kurzen Durchgehens durch das Maul von dem Geschmackssinn der Fische geprüft werden? Welche Nahrungstiere werden von den Fischen bevorzugt und ist die Art der Auswahl für jede Fischart verschieden? Kann im Aquarium bei geeigneter Versuchsanordnung überhaupt eine Auswahl bestimmter niederer Wassertiere durch die Fische festgestellt werden? Wie verhalten sich diese Ergebnisse gegenüber den objektivsten Untersuchungen, den Nahrungsuntersuchungen an Fischen aus Seen, Flüssen und Teichen? Zur Lösung dieser Fragen soll meine Arbeit beitragen.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. H. H. Wundsch und Herrn Priv. Doz. Dr. W. Schäperclaus für den Hinweis auf diese Arbeit und das große Interesse danken, das sie dem Fortgang der Arbeit stets entgegengebracht haben.

II. Vorversuche und Beschaffung der Versuchstiere.

In allen drei hier vorliegenden Versuchsreihen mußten sich die verwendeten Fische zunächst an die jeweilige Versuchsanordnung gewöhnen. Sie wurden dabei nie dressiert, d. h. nie bestraft oder belohnt, wie in den reizphysiologischen Versuchen von v. Frisch, seinen Schülern und Herter. Als Versuchsfische wurden besonders volkswirtschaftlich wertvolle und bisher wenig untersuchte Arten verwendet:

1. Perca fluviatilis (Barsch)
2. Acerina cernua (Kaulbarsch)
3. Carassius spec. (Goldkarausche)
4. Anguilla vulgaris (Aal).

Es war beabsichtigt, die Fische:

Alburnus lucidus (Ukelei)
Leuciscus rutilus (Plötze)
Abramis blicca (Güster)
Rhodeus amarus (Bitterling)

in einzelnen Versuchen ebenfalls zu prüfen, aber diese Fischarten waren zu scheu und schlecht an das Aquariumleben zu gewöhnen.

Im Alter von 2—3 Jahren sind die Barsche noch Friedfische, obwohl sie ihre Nahrung raubfischähnlich schnell und sicher erfassen. Das zweite Versuchstier Acerina cernua (Kaulbarsch) ist an das Aquariumleben nicht leicht zu gewöhnen, außerdem sehr scheu. Barsche wie Kaulbarsche wurden von den Fischern der Fischerinnung Köpenick mit dem Ukeleigarn gefangen. Die Goldkarauschen waren einjährig und stammten aus einem Versuchsteich der Preußischen Landesanstalt für Fischerei. Die Aale waren sogenannte Satzaale und wurden von der Firma Stöckmann Boizenburg bezogen. Sämtliche Versuchsfische sind vorher nicht zu anderen Versuchen benutzt worden.

Als Nahrungstiere wurden folgende niedere Wassertiere in den drei Versuchsreihen geprüft.

Tabelle 1.

I. Tiere aus dem Müggelsee.

a) Crustacea: 1. Cambarus americanus — amerikanischer Flußkrebs.
2. Cyclops spec. und Bosmina spec. — Hüpferlinge und Elefantenkrebschen.
3. Leptodora kindtii — Glaskrebs.

b) Insecta: 1. Chironomus plumosus — große rote Zuckmückenlarve.
2. Cloeon dipterum, Caenis spec., Siphlurus spec. } Eintagsfliegenlarven
3. Micronecta meridionalis — kl. Stinkwanze.
4. Naucoris spec. — kl. Rückenschwimmer.

c) Mollusca: 1. Dreissensia polymorpha — Dreikantmuschel.
2. Limnaea stagnalis — große Sumpfschnecke.
3. Paludina vivipara — gr. Deckelschnecke.
4. Planorbis corneus — gr. Posthornschnecke.

d) Pisces: 1. Tinca vulgaris — Schleienbrut.

II. Tiere aus der Preußischen Landesanstalt für Fischerei.

a) Crustacea: 1. Daphnia magna — gr. Wasserfloh.

b) Insecta: 1. Culex pipiens — Larve der Stechmücke.
2. Libellula spec.; Aeschna spec. = Libellenlarven.

III. Tiere aus dem Fließ bei Vogelsdorf.

a) Crustacea: 1. Carinogammarus roeselii — Bachflohkrebs.

b) Insecta: 1. Anabolia spec. — Sprockwurm.
2. Agrion spec. — Wasserjungfer — Schlankjungfernlarve
3. Nepa cinera — Wasserskorpion.
4. Notonecta glauca — gr. Rückenschwimmer.

IV. Tiere aus anderen Gewässern.

a) Insecta: 1. Chironomus thummi — rote Zuckmückenlarve, Abwasserform aus Erfurt.

b) Mollusca: 1. Anodonta cygnea — gr. Teichmuschel.
2. Unio spec. — Malermuschel (Beide aus Strausberg).

V. Sonstiges.

1. Lumbricus terrestris — Regenwurm, Siedlung Hoppegarten.
2. Rindermilz.

Die Nahrungstiere wurden mit den jeweils notwendigen fischereibiologischen Geräten gefangen (Wundsch 84) und aus den Fängen wurden die einzelnen Arten ausgelesen. Um eine Versuchsreihe durchzuführen, mußten 2—3 Pfund Nahrungstiere der betreffenden Art gesammelt werden. Jede der folgenden Versuchsreihen ist in sich abgeschlossen. In der Schlußbetrachtung werden die Ergebnisse aller drei Versuchsreihen zusammengefaßt und ausgewertet.

III. Versuche mit Barschen.

Die Barsche wurden einzeln in Vollglasaquarien ohne Pflanzen gehalten. Für dauernde Sauerstofferneuerung sorgte eine Wassertropfeinrichtung. Außerdem mußte das Wasser nach jedem Versuch erneuert werden, da während der Versuche das Wasser stark verschmutzt wurde. Die Versuchsbarsche stammten aus dem Müggelsee und waren 2—3 Jahre alt.

Es betrug im

2. Jahr d. Längendurchschn. bis 9,5 cm, das Gew. bis 6,5 g
3. Jahr d. Längendurchschn. bis 13,0 cm, das Gew. bis 17,0 g

Nach 14 Tagen hatten sich die Barsche so an das Aquariumleben gewöhnt, daß ich mit den Vorversuchen beginnen konnte. Zunächst wurden die Barsche auf ihre Geschicklichkeit im Ergreifen von Nahrungsbrocken geprüft, da bisher mit Barschen, soweit die Literatur darüber Aufschluß gibt, keine Versuche gemacht worden sind. Zuerst war es notwendig, das Verhalten der Barsche verschiedenen lebenden Nahrungstieren gegenüber zu beobachten. Es ist nicht bekannt, **ob die Barsche Nahrungstiere** in freiem Gewässer **überhaupt auswählen** und wie dieses Auswählen stattfindet. Zur Vorprüfung wurden den Versuchsbarschen gleichzeitig Agrioniden, Carinogammrus, Chironomiden (Larven), Notonecten und Trichopteren zum Fressen gegeben. Das Ergebnis war: Die Chironomiden(larven) und Carinogammarus wurden sofort gefressen, die Agrioniden nach einigem Ausspucken gefressen, die Trichopteren nach einigem Ausspucken unbeachtet liegen gelassen, die Notonecten 1—2 mal ins Maul genommen, dann aber wieder entfernt und nicht mehr genommen. Die mehrfach wiederholten Versuche beweisen:

1. daß die Barsche mit dem Geschmackssinn die Nahrung prüfen müssen,
2. daß die niederen Wassertiere Stoffe besitzen müssen, die die Fische reizen,
3. daß während der kurzen Zeit, in der die Nahrung im Maul des Barsches ist, diese Geschmacksstoffe der Nahrungstiere auf den Fisch wirken. Wenn das Nahrungstier wieder ausgespuckt wird, so kann das ein Zeichen für die Ungenießbarkeit oder das „Schlechtschmecken" dieser Nahrung sein.

An Hand dieses Vorversuches kann bei den Barschen von einem Unterscheidungsvermögen für niedere Wassertiere gesprochen werden.

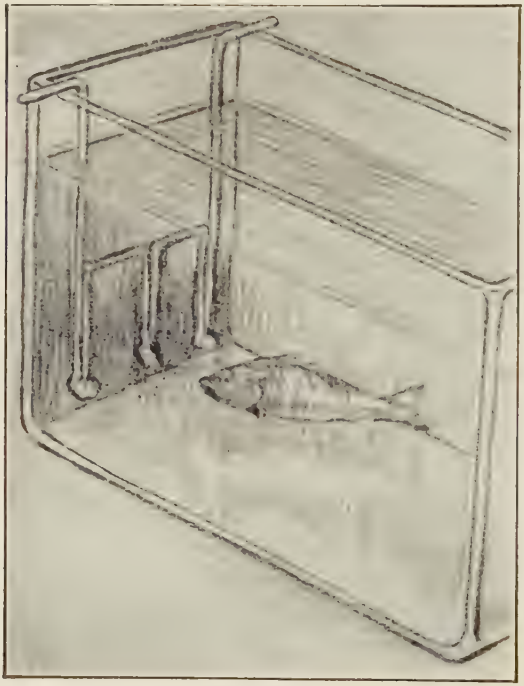
Außerdem wurde noch das Zusammenarbeiten von Auge und chemischem Sinn untersucht. Neben „natürlichen" Chironomidenlarven wurden den Barschen „künstliche" Chironomidenlarven gegeben, das waren weichgekochte, in Streifen geschnittene Nudelstücke, die mit Neutralrot gefärbt waren. Gleichzeitig verfütterte ich Chironomidenlarven, die eine halbe Stunde in einer 1%igen Neutralrotlösung und Nudelstückchen, die in konzentriertem Saft von Chironomidenlarven gelegen hatten. Das Ergebnis war: Die Neutralrotimitationen wurden von den Barschen sofort ausgespuckt. Die Imitationen, die in dem Saft von Chironomidenlarven gelegen hatten, wurden immer wieder aufgenommen und gleichsam ausgesogen, zuletzt aber doch liegen gelassen. Die echten Chironomidenlarven wurden sofort gefressen, während die, die in Neutralrot gelegen hatten, meistenteils ausgespuckt und nicht gefressen wurden.

Diese Vorversuche bewiesen ebenfalls, daß **die Versuchsbarsche erst mit dem Geschmackssinn die Nahrung endgültig prüften** und sich durch die rote Farbe der Imitationen zunächst täuschen ließen; **das Auge konnte also den Unterschied nicht hinreichend feststellen.** Hätte ich zu diesen Versuchen die Fische geblendet, so wäre damit die Formeigenart der Nahrungstiere noch nicht aufgehoben gewesen. Es war demnach nötig, die zu den Versuchen vorgesehenen Nahrungstiere in völlig formlosem zerquetschtem Zustande durch die Geruchs- und Geschmacksorgane der Barsche prüfen zu lassen, damit jede optische Erkennbarkeit der Nahrungstiere von vornherein ausgeschlossen war. Das Verfahren, die weichen Versuchsnudelstückchen in den Saft niederer Wassertiere zu legen, mußte unbedingt zu unbefriedigenden Ergebnissen führen, da bei einem solchen Vorgehen nur geringe Mengen von Flüssigkeiten eingesogen werden konnten und die gesamten festeren Bestandteile der niederen Wassertiere zurückblieben. Es mußte ein Bindemittel gesucht werden, das an sich geschmacklos war und das sich mit Bestandteilen zerquetschter Nährtiere zu einer festeren Masse vereinigen ließ. Gelatine und Agar-Agar, die den Brei der niederen Wassertiere gut gebunden hätten, wurden von den Fischen nicht gefressen. Alle Mehlarten verdickten die zerquetschten Nahrungstiere zu einer festen Masse, die auch an der Luft gut zusammenhielt, aber im Wasser sofort zerfiel. Altes trockenes **Weißbrot** lieferte endlich das **beste Grundmaterial zur Herstellung eines Teiges, der selbst im Wasser bis zu 15 Minuten zusammenhielt, ohne auseinander zu fallen.** Zuerst befürchtete ich, daß der Eigengeschmack des Weißbrotes die Versuche beeinflussen würde; das war aber nicht der Fall, wie später noch zu zeigen sein wird. Bei einem Teig aus Weißbrot und zerquetschten niederen Wassertieren trat der Geschmack der Nahrungstiere stets deutlich hervor, wie ich durch eigene Ge-

schmacksproben feststellen konnte. Das alte Weißbrot wurde stets von demselben Bäcker bezogen, um Fehlerquellen zu vermeiden. Der Versuchsteig selbst wurde folgendermaßen hergestellt: In einer Reibschale wurden die Mengen der Nahrungstiere gewogen, darauf zerquetscht und unter Zusatz von Weißbrot zu einem festen Teig gerührt. Die Teigmenge wurde ebenfalls gewogen, um die prozentuale Zusammensetzung des Versuchsteiges festzustellen. Es bedurfte einiger Übung, um die beste Festigkeit des Teiges zu ermitteln, da die Zusätze für jedes Nährtier anders bemessen werden mußten.

Das Versuchsgerät zur Futterverabreichung war ein Glasstabgestell mit drei Glasschlaufen, die ungefähr 10 cm voneinander entfernt waren (siehe Abbildung 1).

Bild 1.



Versuchsgerät zur Futterverabreichung.

Das Gestell hing vor der Rückwand des Aquariums 2—3 cm über dem Aquariumboden. Jeder Versuchsbarsch hatte sein eigenes Versuchsgerät. Die drei Schlaufen an dem Glasstabgestell wurden mit den Teigen gefüllt und die Anteile der einzelnen Teige,

wie eben geschildert, vorher gewichtsmäßig festgestellt. Eingangs wurde schon betont, daß **die Versuche mit den Barschen keine Dressurversuche** waren, in denen die Fische belohnt oder bestraft wurden. Die Versuchsfische mußten sich ohne Beeinflussung von außen her, **ohne Dressur auf die Versuchsapparatur,** von der sie die verschiedenen Tierarten in Teigform fressen sollten, **einstellen.** Gerade bei den Barschen ließ sich deutlich beobachten, ob ein Nahrungstierteig gefressen oder ausgespuckt wurde, da durch weites Öffnen des Maules große Brocken von dem Teig abgerissen wurden.

Es könnte der Einwand erhoben werden, daß verschiedene Tierzusätze die Teige gefärbt, daher die Barsche nach der Farbe gewählt und den guten Teig an der Farbe wiedererkannt hätten. Demgegenüber betone ich, daß alle Teige graue Farbtöne hatten und sich nur unwesentlich in der Helligkeit unterschieden. Bei stark hämoglobinhaltigen Tieren (z. B. Chironomiden (Larven) färbte sich der Teig leicht rot. Damit die Barsche nicht gedächtnismäßig die Anordnung der Teige an dem Versuchsgestell wiedererkennen konnten, wurden die Zusammenstellung und die Anordnung der Teige dauernd gewechselt.

Zu den Versuchen wurden stets frische Futtertiere verwendet und die Versuchsteige erst kurz vor Versuchsbeginn hergestellt.

An Hand eines beliebig herausgegriffenen Versuchsprotokolls will ich nun den Versuchsverlauf und die Art der Auswertung zeigen. Die Versuchszeit betrug im allgemeinen 5—7 Minuten. In den ersten 5 Minuten fraßen die Fische gut von den Nahrungstierteigen, danach nur gelegentlich. Die Notierungen nach der 5.—7. Minute sind also unbrauchbar. Als Beispiel führe ich folgendes Versuchsprotokoll an:

Versuchsprotokoll des Barsches B. 1 vom 3. 9. 32.

3. 9. 1932 Temperatur des Wassers: 17,7°

Markierung: lila

Lumbricus (Regenwurm)
Nepra
Cambarus

Durch das Versuchsgerät wurden gleichzeitig folgende Nahrungsteige dargeboten:

Zeit		Zeit	
15.56,00	Vers.-Beg.	15.57,20	Nepa gespuckt
56,05	Nepa gespuckt	57,30	Regenwurm gespuckt
10	Regenwurm	40	Cambarus
15	Nepa gespuckt	58,05	Regenwurm gespuckt
20	Cambarus	20	Regenwurm gespuckt
25	Cambarus	59,55	Regenwurm
30	Cambarus	16.01,00	Versuch beendet.
40	Cambarus gespuckt		Vers.-Zeit: 5 Min.

Erklärung: Tierangabe ohne Zusatz bedeutet immer, daß der mit dieser Tierart zusammengesetzte Teig aufgenommen und gefressen wurde. Der Zusatz „gespuckt" gibt an, daß der betreffende Teig aufgenommen, aber sofort wieder ausgespuckt wurde.

Aus dem Versuchsprotokoll läßt sich folgendes Ergebnis errechnen.

Gefressen : Ausgespuckt	Teigmenge		
	gegeben	Rest	genommen
	gr	gr	gr
2 : 3 Lumbricus (Regenwurm)	2,0	0,1	1,9
0 : 3 Nepa	1,4	—	1,4
4 : 1 Cambarus	2,2	—	2,2

Im vorliegenden Falle wurde der Lumbricusteig also 5mal aufgenommen, davon 2mal gefressen und 3mal ausgespuckt. Das Verhältnis von „gefressenem Teig" zu „gespucktem Teig" war 2:3. Bei Nepateig war das Verhältnis 0:3 und bei Cambarusteig 4:1. Es wurden mehrere Fische bei der gleichen Futterzusammenstellung und an demselben Tage geprüft. In dem nachfolgenden Gesamtergebnis sind die Tagesprotokolle für das Verhältnis jedes einzelnen Fisches nach der oben erwähnten Methode ausgewertet worden. Um das Ergebnis noch klarer zu machen, habe ich die Tagesprotokolle aller 6 Barsche in einem Gesamtprotokoll zusammengefaßt und auf einen „Normalfisch", wie ich ihn nennen will, umgerechnet.

Versuchsprotokolle vom 3. 9. 1932.

	Lumbricus (Regenwurm)	Nepa	Cambarus
	gefressen : ausgesp.	gefr. : ausgesp.	gefr. : ausgesp.
B. 1	2 : 3	0 : 3	4 : 1
B. 2	3 : 3	2 :15	3 : 1
B. 3	3 : 5	0 : 6	2 : 0
B. 11	2 : 1	1 : 6	8 : 0
B. 12	9 : 5	3 : 4	1 : 0
B. 13	2 : 4	4 :17	9 : 0
6 Fische	21:21	10:51	27 : 2
Ein „Normalfisch"	3,5:3,5	1,5:8,5	4,5:0,5

Kritisch ist in der Protokollzusammenfassung das Verhalten der Barsche B 2 und B 13 zu beurteilen, die von dem Nepateig oft Teile abgerissen haben, um sie immer wieder auszuspucken. Eine Erklärung ist für das Verhalten dieser beiden Fische schwer zu geben.

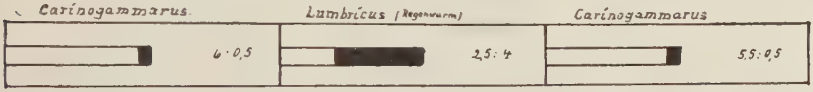
Um die auf einen Normalfisch umgerechneten Versuchsergebnisse der einzelnen Tage noch anschaulicher zu gestalten, habe ich die vereinigten Tagesergebnisse in Form von wagerechten Balken dargestellt. Die zusammengehörigen Tierteige wurden in Gruppen zusammengefaßt. Die Balkenlänge ist in dem Ver-

hältnis von „Gefressen" (weiß) zu „Gespuckt" schwarz) aufgeteilt und zwar für die Werte, die für den „Normalfisch" errechnet wurden. Die Balkenlänge wurde der von den einzelnen Nahrungsteigen überhaupt aufgenommenen Teigmenge entsprechend bemessen. Hier könnte eingewendet werden, daß die absoluten „Freßzahlen", d. h. die Häufigkeit der Aufnahme eines Teiges doch auch zu bewerten sind und vielleicht ein deutlicheres Ergebnis zeigen würden.

Es besteht beispielsweise für einen Nahrungsteig das Versuchsverhältnis 6:1 (absolute Freßzahl = 7), für einen zweiten 8:5 (absolute Freßzahl = 13). Für die **Beurteilung der Unterscheidung** und **Bevorzugung** eines Nahrungstierteiges und damit des Nahrungstieres sind aber **nur die klaren Verhältniszahlen von gefressenem zu ausgespucktem Nahrungstierteig zu verwerten.** Die **absoluten Zahlen** sind **Zufallsergebnisse** und daher **für eine Auswertung** dieser Versuche **nicht zu verwenden.**

Um zu beweisen, daß die Barsche nicht die Teige einer bestimmten Geräteschlaufe der Lage nach bevorzugten, wurde beiden Außenversuchsschlaufen des Glasstabgestelles der gleiche Carinogammarusteig gegeben. Die mittlere Schlaufe erhielt Lumbricusteig.

Darstellung 1.



Gefressen ▭ ▬ Ausgespuckt

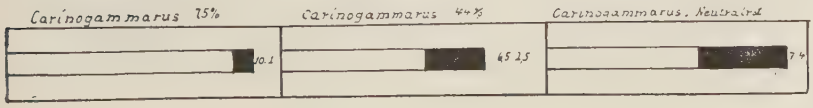
Erklärung für Darstellung 1—14.

Die Darstellung 1 zeigt, daß keiner der beiden Carinogammarusteige bevorzugt wurde und daß **die Barsche die Versuchsteige nicht der Lage nach auswählten und unterschieden.** Der Fisch folgte allein dem Freßreiz und nahm oft von einem schlechtschmeckenden Teig, spuckte aus und schwamm zur nächsten Schlaufe.

Es mußte außerdem noch festgestellt werden, ob die prozentuale Teigzusammensetzung das Verhalten der Barsche ausschlaggebend beeinflussen kann. Darum wurde in den folgenden Versuchen Carinogammarusteig von verschiedenem Prozentgehalt verwendet und zwar:

1.	Teigart	75 %	Carinogam.	25 %	Weißbrot	
2.	„	44 %	„	56 %	„	
3.	„	60 %	„	40 %	„	mit etwas Neutralrot

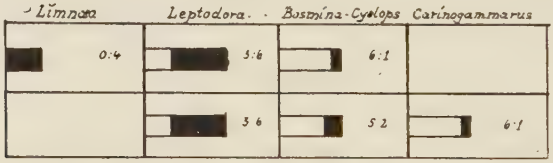
Darstellung 2.



Darstellung 2 beweist, daß bei stärkerem Weißbrotzusatz die vom Teig ausgehende Reizstärke abnahm. Außerdem wurde festgestellt, daß Neutralrot den Geschmack eines hochprozentigen Nahrungstierteiges doch stark beeinflußte, obwohl für den Menschen nach eigenen Feststellungen Neutralrot vollkommen geschmacklos war. Das geht daraus hervor, daß der mit Neutralrot gefärbte Teig zwar häufiger aufgenommen, aber trotzdem öfter ausgespuckt wurde als der nichtgefärbte. Dabei hatte er einen Gehalt von 60 % an Carinogammarus. Die Darstellung 2 zeigt ferner, daß trotz des hohen Weißbrotzusatzes von 56 % der Carinogammarusteig noch gefressen wurde und daß die Carinogammarus offenbar den Teiggeschmack immer noch bestimmt haben.

Diese beiden Vorversuche haben bewiesen, daß die angegebene Art der Teigverfütterung geeignet ist, einerseits den Geschmackssinn der Barsche zu prüfen und andererseits artspezifische Stoffe der Nahrungstiere nachzuweisen.

Darstellung 3.



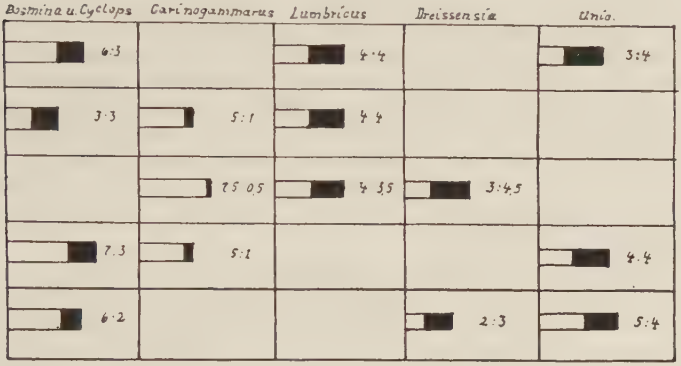
Die wagerechte Reihenfolge dreier Balken in dem Kästchen entspricht in den Darstellungen 3—14 dem errechneten Mittelwert der Einzelversuche mit dem „Dreischlaufenglasstabgestell". Die Zusammenstellung von zwei Versuchen in Darstellung 3 zeigt, daß in der oberen Reihe Bosmina-Cyclops häufiger gefressen wurden als Leptodora und Limnaea. Nach den Ergebnissen der unteren Reihe wurde dagegen Carinogammarus den kleinen Krebschen, Bosmina-Cyclops, vorgezogen. Bei dem Leptodora-Teig war die gleichbleibende Wirkung vermutlich dem großen Gehalt an Wasser zuzuschreiben, da gerade bei diesem Krebstierchen die Teigherstellung einen erheblichen Zusatz an Weißbrot erforderte.

Wenn ich Lumbricus (Regenwurm) als „Nahrungstier" gebrauchte, obwohl er mit eigentlicher Fischnahrung nichts zu tun hat, so deswegen, weil der Regenwurm als Angelköder viel verwendet wird. (Fang von Aal, Quappe und auch Barsch.)

Die folgenden Versuchsergebnisse und ihre Darstellungen sind nochmals zusammengefaßte Mittelwerte von 3—4 Tagesergebnissen (von Versuchen mit 18—24 Fischen). Es bestanden keine Bedenken, diese Tagesergebnisse weiter zusammenzufassen, da die Versuche vollkommen gleichartig durchgeführt wurden. Lediglich die absoluten „Freßzahlen" wiesen Unterschiede auf, doch sind diese, wie oben dargelegt, für die Versuchsauswertung unwesentlich.

Darstellung 4, in der die Wirkung von Regenwurm (Lumbricus), Weichtieren (Dreissensia und Unio) und Krebstieren (Carinogammarus, Cyclops und Bosmina) untereinander verglichen werden, zeigt, daß die Weichtiere mehr ausgespuckt als gefressen wurden. Wesentlich war das verschiedene Verhalten der Barsche gegenüber Unio und Dreissensia. Unio wurde nach diesen Versuchsergebnissen Dreissensia vorgezogen.

Darstellung 4.



Aus Darstellung 4 ist ferner zu entnehmen, daß Bosmina und Cyclops verhältnismäßig gern gefressen wurden, daß ihnen der Teig, der Carinogammarus enthielt, jedoch vorgezogen wurde. Weiterhin zeigt die Darstellung, daß der Lumbricusteig zu 50 % gefressen und zu 50 % ausgespuckt wurde. Durch diese Versuche wird bewiesen, daß die Barsche die Nahrungstiere unterscheiden und auswählen. Es kann auf Grund der Versuchsergebnisse, entsprechend ihrer Bewertung durch den Fisch, sogar folgende absteigende Reihe der Nahrungstiere aufgestellt werden:

Carinogammarus
Bosmina-Cyclops (Krebschen)
Lumbricus
Unio
Dreissensia.

Wenn man das Verhältnis von gefr. zu ausgesp. in Prozenten errechnet, ohne auf die Zusammensetzung der Tagesversuche Rücksicht zu nehmen, so ergibt sich, daß

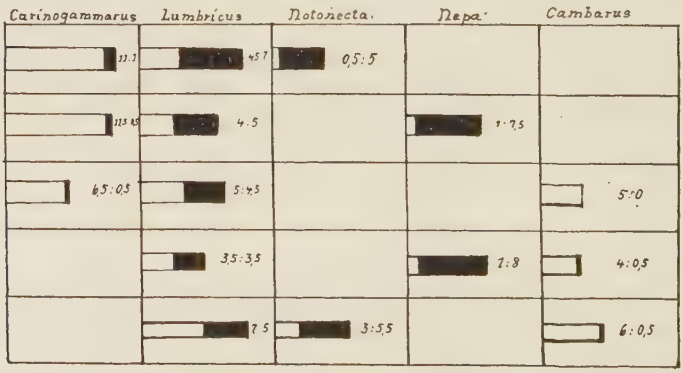
Carinogammarus	zu 86 %	gefr.	und	zu	14 %	ausgespuckt
Bosmina-Cyclops	„ 65 %	„	„	„	35 %	„
Lumbricus	„ 51 %	„	„	„	49 %	„
Unio	„ 49 %	„	„	„	51 %	„
Dreissensia	„ 40 %	„	„	„	60 %	„

werden.

Diese Versuche beweisen, daß die Weichtiere, Unio und Dreissensia, auf die Versuchsbarsche keinen so starken Freßreiz ausüben wie das Krebstier Carinogammarus. Wesentlich ist aber, daß die Formeigenart, freßhinderliche Eigenschaften oder äußere Abschreckungsmittel der Nahrungstiere durch die Verarbeitung zum Nahrungstierteig vernichtet worden sind. **Zerquetschte Nahrungstiere allein gaben dem Nahrungstierteig den bestimmenden Geschmack, nach dem die Barsche den Teig auswählten.** Aus der Fülle der vorhandenen Arten von niederen Wassertieren konnten nur die ausgewählt werden, die mir in größerer Menge zur Verfügung standen. Manche Wasserwanzen und Milben werden von den Fischen fast immer gemieden. In der Literatur wird angegeben, und durch eigene Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß die Barsche von den Wasserwanzen allein Corrixa fressen. Leider standen mir zu meinen Versuchen gerade diese Tiere nicht in genügender Menge zur Verfügung. Statt dessen wählte ich die verwandten Arten Notonecta glauca und Nepa cinera. Diese beiden Wasserwanzen haben, wie ich festgestellt habe, einen sehr scharfen, üblen Geruch.

Die Versuchsergebnisse in Darstellung 5 zeigen, daß Notonecta und Nepa selbst in Teigform vollkommen abgelehnt und gemieden wurden. Sie übten zweifellos auf die Barsche eine unangenehme Reizwirkung aus, da gerade diese beiden Futterteige immer sofort wieder ausgespuckt wurden. Daraus läßt sich schließen, daß Notonecta glauca und Nepa cinera auch im freien Gewässer ihres schlechten Geschmackes wegen nicht gefressen werden.

Darstellung 5.



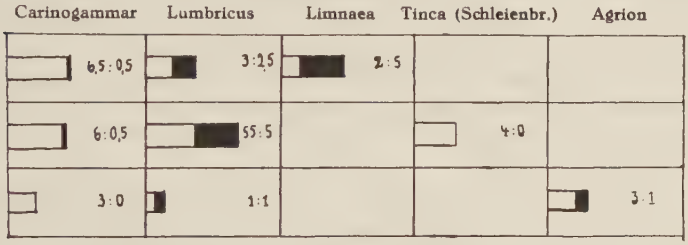
Die Versuchsergebnisse der Darstellung 5 kennzeichnen den Unterschied von Nahrungstier und „Nichtnahrungstier". Nepa und Notonecta werden als „Nichtnahrungstiere" vollkommen gemieden, während Cambarus, der bei Barschen zu bestimmten Zeiten die Hauptnahrung bildet, und Carinogammarus gerne gefressen werden. Unabhängig von jeder Tageszusammenstellung, al-

lein nach dem Verhalten der Barsche dem einzelnen Teig gegenüber ausgewertet, ergeben die errechneten Prozentwerte folgende Reihe:

	gefr.	:	ausgesp. in %
Cambarus	94	:	6 %
Carinogam.	94	:	6 %
Lumbricus	49	:	51 %
Notonecta	22	:	78 %
Nepa	14	:	86 %

In weiteren Zusammenstellungen wurde neben Carinogammarus, Lumbricus und Limnaea auch die Wirkung von Agrion und Tinca (Schleienbrut) in Teigform auf Barsche untersucht. Die Jungfische waren 2—3 Monate alt und wurden ebenfalls vollständig mit Skelett und Eingeweiden zu Teig verarbeitet.

Darstellung 6.



Das Versuchsergebnis zeigt, daß die Teige von Carinogammarus und Schlei gleich gern gefressen wurden. Außerdem muß festgestellt werden, daß der Agrionteig dem Lumbricusteig vorgezogen wurde. (Durch eigene Untersuchungen habe ich feststellen können, daß Barsche im freien Gewässer Libellenlarven fressen; es ließ sich allerdings nicht mehr ermitteln, ob es sich um Agrion, Calopteryx oder Lestes-Arten handelte.) Limnaea ist, geradeso wie in den ersten Versuchen, von den Barschen fast vollkommen abgelehnt worden.

Durch Auswertung der Darstellung 6 ergibt sich folgende Prozentreihe:

	gefr.	:	ausgesp. in %
Tinca (Schleienburt)	100	:	0 %
Carinogammarus	96	:	4 %
Agrion	75	:	25 %
Lumbricus	52	:	48 %
Limnaea	29	:	71 %

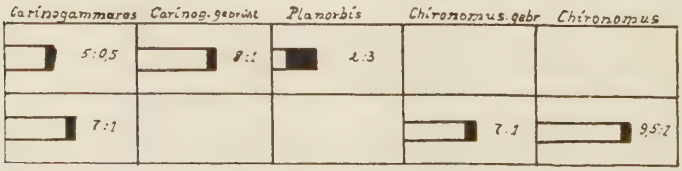
Die Versuche mit frischen Nahrungstieren haben bewiesen, daß die niederen Wassertiere von den Barschen unterschieden, d. h. überwiegend gefressen oder ausgespuckt wurden. Es konnte damit erstmalig in Versuchen gezeigt werden, daß Barsche bei ge-

eigneter Versuchsanordnung Nahrungstiere, deren äußere Formen vernichtet worden waren, allein mit dem Geschmackssinn unterschieden. **Die Barsche wählten aus den ihnen dargebotenen Tieren die gleichen aus, die sie auch im freien Gewässer vorwiegend zu fressen pflegen.** Wahrscheinlich unterscheiden die Barsche also im freien Gewässer die niederen Wassertiere ebenso mit dem Geschmackssinn, wie sie es in den Versuchen mit Nahrungstierteigen taten. Unangenehm und schlecht schmeckende Tiere werden auch im Freien aus dem Maul durch Ausspucken genau so wieder entfernt, wie die schlechtschmeckenden Teige in dem Versuch.

Um festzustellen, an welche Bestandteile die geschmackliche Eigenart der Nahrungstiere, die auf die Barsche wirkt, gebunden ist, erschien es wichtig, festzustellen, ob sich irgendwelche besonders wirksamen Stoffe aus den niederen Wassertieren gewinnen ließen. Es war eine wesentliche Aufgabe dieser Arbeit, verschiedene Extraktstoffe der Nahrungstiere herzustellen und zu prüfen, inwieweit derartige Einzelbestandteile eine Reizwirkung auszuüben vermögen. Ich habe zu diesen Versuchen zwei gern genommene Nahrungstiere, Carinogammarus und Chironomidenlarven ausgewählt und durch chemische Entzugmittel in verschiedener Weise verändert.

Wunder (81) behauptet auf Grund von Karpfenversuchen, daß Daphniden, die in heißem Wasser abgebrüht und in Alkohol-Salzsäure ausgelaugt sind, keine Geschmacksstoffe mehr enthalten. Ich habe die beiden Nahrungstierarten Carinogammarus und Chironomidenlarven ebenfalls 15 Minuten in kochendem Wasser gebrüht, dann abfiltriert. Die gebrühten Tiere wurden zu Teig verarbeitet und den Versuchsfischen neben Teig aus den gleichen frischen Nahrungstieren verabreicht. Die Barsche fraßen die Teige mit gebrühten Tieren ebenso gern wie die mit frischen (siehe Darstellung 7). Es können also die spezifischen Schmeckstoffe beider Nahrungstiere durch das Brühen nicht beeinflußt worden sein.

Darstellung 7.



Vergleichsweise wurde Teig von Planorbis gleichzeitig mit dargeboten. Er wurde auch bei diesen Versuchen von den Barschen abgelehnt.

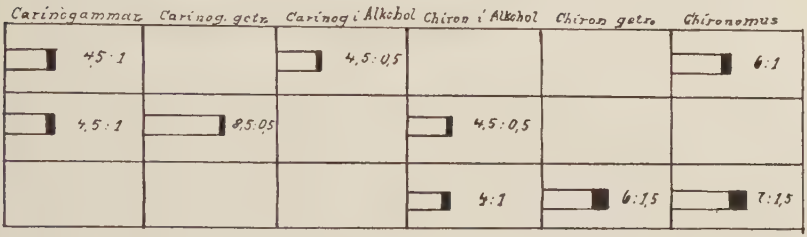
Die Prozentreihe, ausgewertet nach Darstellung 7, lautet:

	gefr.	:	ausgesp.
Carinogammarus, frisch	89	:	11 %
Carinogammarus, gebrüht	89	:	11 %
Chironomiden (Larven), frisch	90	:	10 %
Chironomiden (Larven), gebrüht	87	:	13 %
Planorbis	40	:	60 %

Zu den folgenden Versuchen habe ich die Carinogammarus 15 Minuten überbrüht, dann 24 Stunden lang in absolutem Alkohol liegen lassen, darauf 60 Minuten lang gewässert und dann zu Teig verarbeitet. Außerdem wurden frische Carinogammarus und Chironomiden (Larven) im Trockenschrank bei einer Temperatur von 90° getrocknet und nachher mit etwas Wasser zu Teig verarbeitet.

Die Barsche mußten in der folgenden Zusammenstellung frische, in Alkohol gelegene und getrocknete Nahrungstiere der gleichen Art unterscheiden.

Darstellung 8.



Die Versuchsergebnisse in Darstellung 8 zeigen, daß das Verhältnis von gefressenem zu ausgespucktem Nahrungstierteig für frische, in Alkohol ausgelaugte und getrocknete Nahrungstiere gleich ist. (Nach Untersuchungen von Geng und nach eigenen Feststellungen verlieren durch den Trocknungsprozeß Carinogammarus 82—83 %, Chironomiden (Larven) 78 % Wasser). Die folgende Prozentreihe ist für Carinogammarus und Chironomiden (Larven) gesondert nach fallenden Prozentwerten geordnet worden.

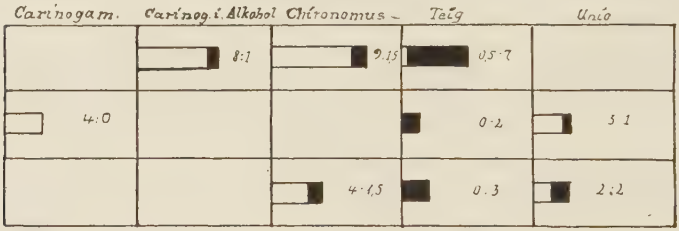
	gefr.	:	ausgesp.
Carinogammarus, getrocknet	94	:	6 %
„ Alkohol ausgel.	90	:	10 %
„ frisch	82	:	18 %
Chironomus (Larven), Alkohol ausgel.	85	:	15 %
„ frisch	84	:	16 %
„ getrocknet	80	:	20 %

Nach diesen Ergebnissen kann gesagt werden, daß die spezifischen Stoffe der Nahrungstiere so stark sind, daß sie durch

Ueberbrühen, Auslaugen durch Alkohol oder Trocknen nicht zerstört, entfernt oder unwirksam gemacht werden können.

Wenn die Barsche im Aquarium eingewöhnt sind, so leben sie unter unnatürlichen Umweltverhältnissen. Es könnte bei solchen Bedingungen angenommen werden, daß reiner Teig allein, in diesem Falle aus Weißbrot mit Wasser, von den Versuchsbarschen auch schon gefressen würde und daß die Nahrungstiere den Geschmack des Teiges nur noch etwas verbessern würden. Der Eigengeschmack des Teiges würde dann von den Geschmacksstoffen der Nahrungstiere nicht zu trennen sein. Dieser grundsätzlich wichtige Einwand ist durch eine besondere Versuchsreihe widerlegt worden.

Darstellung 9.



Die Versuchsergebnisse der Darstellung 9 beweisen (die Versuche wurden, wie viele andere, im Beisein von Zeugen ausgeführt), daß die Barsche den reinen Teig vollkommen mieden und ausspuckten. Nur die mit bevorzugten Nahrungstieren vermengten Teige wurden gern gefressen. Diese Ergebnisse beweisen, daß allein die Nahrungstiere den Geschmack des Teiges bestimmten, und daß reiner Teig keine Wirkung auf die Barsche ausübte. Die Barsche prüften also gewissermaßen nicht die Grundbestandteile des Teiges, sondern die beigemengten Nahrungstiere.

Die Ergebnisse der 3 letzten Darstellungen zeigten, **daß die Nahrungstiere die wesentlichen Geschmacksstoffe durch die Behandlung noch nicht verloren hatten.** Ich habe nun weiterhin versucht, durch stark wirkende chemische Entzugmittel regelrechte Extrakte und Extraktreste zu gewinnen. Im Apparat von Soxhlet wurden die vorher getrockneten und zerpulverten niederen Wassertiere in Spezialhülsen mit Äthyläther über elektrischen Birnen als Wärmespender extrahiert.

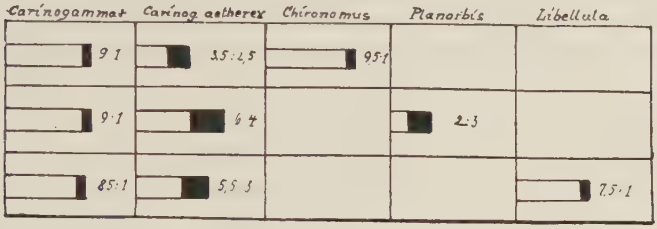
Grün (23), Lewkowitsch (36), Mieller (38).

Der gewonnene Ätherextrakt, der vor allem Fette und Farbstoffe der Nahrungstiere enthält, wurde gesammelt und in Ätherlösung aufbewahrt. In der Regel wird angenommen, daß die Geschmacksstoffe des Tierkörpers an das Fett gebunden sind. Wenn diese Annahme zutrifft, müßten durch den Fettentzug die Geschmacksstoffe der niederen Wassertiere entfernt werden können, die Extraktionsreste also vollkommen geschmacklos sein. Nach

meinen Feststellungen hatte **das extrahierte Fett tatsächlich den gleichen Geruch** wie das ursprüngliche Nahrungstier, **nur kräftiger. Der mit Äther extrahierte Rest** dagegen besaß **nur noch** einen **schwachen Geruch.** Trotz der Entfernung des Fettes konnte ich **durch meinen Geschmackssinn keinen Unterschied zwischen dem Teig aus getrockneten und aus ätherextrahierten Carinogammarus feststellen.** Wie verhielten sich nun die Barsche gegenüber den verschiedenen Nahrungstierteigen?

Zunächst wurden frische Nahrungstiere, Carinogammarus, Planorbiden und Odonaten (Larven) (Libellula) mit dem Ätherextraktionsrest der Carinogammarus zusammengestellt.

Darstellung 10.



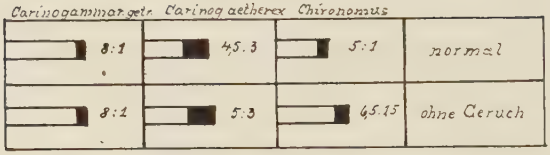
Die Ergebnisse der Darstellung 10 zeigen: Die ätherextrahierten Carinogammarus wurden in der Zusammenstellung mit den bevorzugten Frischtieren Carinogammarus, Chironomiden (larven) und Libellula(larven) immer noch gefressen, aber doch weniger gern. Demnach enthielten die Tierreste der ätherextrahierten Carinogammarus noch Geschmacksstoffe, denn sie wurden sogar den frischen Planorbiden vorgezogen. **Auch Äthyläther konnte also aus den Nahrungstieren nicht die spezifischen Stoffe, die den Geschmack bewirkten, entfernen.**

Die Prozentreihe beweist das noch einmal in Zahlen:

	gefr.	:	ausgesp. in %
Chironomus(larven)	91	:	9 %
Carinogammarus	90	:	10 %
Libellula	88	:	12 %
Carinogam. Ätherex.	61	:	39 %
Planorbis	40	:	60 %

Bei 4 Versuchsbarschen wurde das Riechorgan durch Verstopfen der Nasenöffnungen mit Plastilin ausgeschaltet. Dieses Verfahren scheint mir die Fische nicht so stark in ihrem Allgemeinbefinden zu beeinträchtigen wie eine operative Durchtrennung der Nervi Olfactorii oder ein Ausbrennen der Riechschleimhäute. Vier derartige Versuchsbarsche wurden in der ganzen Extraktions-Versuchsreihe gesondert neben normalen Fischen geprüft.

Darstellung 11.



Ich habe in Darstellung 11 nur ein Versuchsergebnis herausgegriffen, um zu zeigen, daß sich die Barsche in beiden Versuchsgruppen gleich verhielten. Dadurch wurde bewiesen, daß in den Versuchen die Nahrungstiere nicht mit dem Geruchssinn, sondern allein mit dem Geschmackssinn von den Barschen unterschieden wurden. Meiner Ansicht nach spielt auch im freien Gewässer der Geruchssinn der Barsche eine untergeordnete Rolle. Dafür ist aber der Geschmackssinn, besonders bei jungen Barschen, gut ausgebildet. Da die folgenden Versuche mit beiderlei Gruppen von Versuchsfischen genau in ihren Ergebnissen übereinstimmten, ist von weiteren Vergleichsdarstellungen abgesehen worden.

Es war meine Absicht, aus den Tierresten nach der Ätherextraktion noch weitere, möglichst spezifische Stoffe zu gewinnen. Bei Verwendung von Trichloräthylen, Tetrachlorkohlenstoff und Chloroform (Olmstedt 42) bestand aber die Gefahr, daß Geruch und Geschmack der Extrakte stark beeinflußt wurden. Außerdem konnten die Lösungsmittel den Geschmack der Nahrungstierreste sehr beeinflussen. Vielleicht würden die Fische dann mehr auf die Lösungsmittel als auf die Tierreste reagieren. Ich habe deshalb als weitere Extraktionsmittel nur noch Alkohol und Wasser gewählt. Beide lieferten keine Extrakte spezifisch „reiner" Stoffe wie Fett, Eiweiß, sondern gemischte Extrakte der verschiedenen Stoffe. Sie besitzen den Vorteil, daß sie keinen nachhaltigen Geschmack zurücklassen.

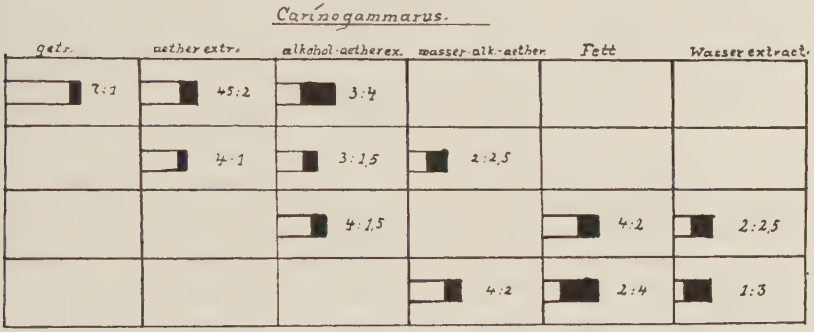
Die Extraktion mit 96 %igem Alkohol wurde ebenfalls in Spezialhülsen in dem Apparat nach Soxhlet ausgeführt, nur wurden zur Erwärmung stärkere Glühlampen verwendet. Die Extraktionszeit mit Alkohol betrug 10 Stunden. Das gewonnene Extraktionsprodukt schien nach qualitativer Analyse eine Mischung von Glykogen, Eiweißsubstanzen und Wachsbestandteilen zu sein.

Nach der Alkoholextraktion wurden die Tierreste noch 3—4 Stunden lang in Wasser gekocht, um ihnen noch letzte, irgendwie lösbare Bestandteile zu entziehen. Das Filtrat dieser Extraktion wurde eingedampft und trocken aufbewahrt. Der Wasserextrakt, wie ich ihn nennen will, enthielt hauptsächlich Glykogen, lösliches Eiweiß und Salze. An dieser Stelle sei auf Untersuchungen von Ackermann und Kutscher 1, Geng 21, Kemmerich 31, Krukenberg 34, Struve und Karries 72 und Suzuki 73, hingewiesen, die ebenfalls tierische Extrakte untersuchten.

Die mit Äther-Alkohol oder Äther-Alkohol-Wasser extrahierten Tierreste der Carinogammarus wurden ebenso wie die Frischtiere zu Teig verarbeitet. Die mit Wasser extrahierten Tierreste hielten in Teigform nicht mehr zusammen und fielen sehr leicht von der Versuchsschlaufe ab. Die gewonnenen Extrakte: Ätherextrakt = Fett und Wasserextrakt, wurden ebenfalls in Teigform zum Versuch verwendet. Von dem Fett wurden nur 100—150 mg auf ein Teigquantum von 12—15 gr genommen, da eine größere Fettmenge dem Teig eine zu starke Geschmacksintensität gegeben hätte.

Nach meinen eigenen Geschmacksproben sind die Unterschiede der Teige aus den Tierresten von getrockneten, ätherextrahierten, alkohol-ätherextrahierten oder wasser-alkohol-ätherextrahierten Carinogammarus sehr gering. Es war mir nicht möglich, diese Teige nach dem Geschmack zu unterscheiden. Wie reagieren nun die Fische auf diese Teigarten?

Darstellung 12.



Nach Darstellung 12 wurden in der ersten Versuchsgruppe getrocknete Carinogammarus den mit Äther extrahierten Tierresten vorgezogen, jedoch die Tierreste der alkoholextrahierten Carinogammarus häufiger ausgespuckt als gefressen. In der zweiten Versuchsgruppe sind die ursprünglichen Carinogammarus durch Extraktion mit Wasser noch weiter verändert worden. Die Barsche fraßen die äther-extrahierten Tierreste sehr gern. Selbst die mit Alkohol-Äther extrahierten Carinogammarus wurden in der zweiten Zusammenstellung gerne genommen. Auch die noch mit Wasser extrahierten Nahrungstiere wurden zwar häufiger ausgespuckt als gefressen, müßten aber nach diesem Ergebnis immer noch Geschmacksstoffe enthalten, da diese Teigart noch nicht so vollkommen abgelehnt wurde wie reiner Weißbrotteig. In der 3. und 4. wagerechten Reihe der Darstellung 12 sind die beiden gewonnenen Extrakte: „Das tierische Fett und der Wasserextrakt", geprüft worden. Die beiden Extraktteige wurden nicht vollkommen gemieden, aber doch so selten gefressen, daß

nicht anzunehmen ist, daß die beiden Extrakte noch spezifische Geschmacksstoffe enthielten. Wenn nach den Ergebnissen der Darstellung 12 eine Prozentreihe aufgestellt wird, so ergibt sich als Reihenfolge eine Abstufung, die die durch die verschiedenen Behandlungen hervorgerufenen Veränderungen der Nahrungstiere und die Wirksamkeit der gewonnenen Extrakte deutlich zeigt.

		gefressen : ausgespuckt in %
Carinogammarus	getrocknet	88 : 12 %
„	ätherextrahiert	75 : 25 %
„	alkohol-ätherextrah.	61 : 39 %
„	wasser-alk.-ätherex.	55 : 45 %
„	Fett	50 : 50 %
„	Extrakt	25 : 75 %

Zum Vergleich wurden die gleichen Versuche mit Chironomiden (Larven) durchgeführt.

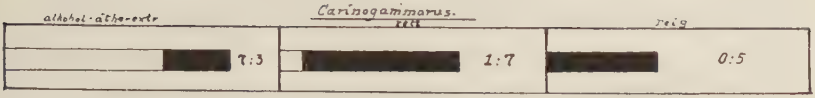
Darstellung 13.

Nach den in Darstellung 13 aufgeführten Versuchsergebnissen wurden frische und getrocknete Chironomiden (Larven) wiederum nicht unterschieden, dagegen wurden bisweilen die mit Äther extrahierten Tiere etwas, und noch häufiger die mit Äther-Alkohol extrahierten Larven abgelehnt. Die Aufstellung der Prozentreihe ergibt folgendes Bild:

			gefr. : ausgesp. in %
Chironomiden	(Larven)	frisch	83 : 17 %
„	„	getrocknet	80 : 20 %
„	„	ätherextrah.	60 : 40 %
„	„	alkohol-äther extr.	54 : 46 %

Ganz allgemein kann festgestellt werden, daß **den Nahrungstierresten trotz weitgehender chemisch-physikalischer Veränderungen,** die sie bei den Extraktionen erleiden, **immer noch genug Geschmacksstoffe anhaften, die denen der frischen Nahrungstiere ähnlich sein müssen.** Beachtlich ist, daß die Barsche nach dem Grade der Veränderung der Nahrungstiere ganz verschieden auf die Teige reagierten. Daraus kann geschlossen werden, daß die Barsche einen gut ausgebildeten Geschmackssinn haben müssen. Im Anschluß an diese Versuche ist noch das Ergebnis einer Sondergruppe von Versuchen wichtig. Hier wurde den Barschen reiner Teig, Carinogammarusfett und äther-alkoholextrahierte Carinogammarus nebeneinander dargeboten.

Darstellung 14.



Die Ergebnisse der Darstellung 14 zeigen, daß der reine Teig vollständig, das tierische Fett fast immer wieder ausgespuckt wurden. Dagegen wurden die Tierreste noch gern gefressen. Aus diesen Versuchen ergibt sich, **daß die Tierfette nicht die spezifischen Geschmacksstoffe enthalten, die die Barsche veranlassen, dieses niedere Wassertier zu fressen und jenes wieder auszuspucken.** Es müssen andere Stoffe sein, die den Geschmack der Nahrungstiere bestimmen. Es ist festzustellen, daß **Carinogammarus, ob frisch oder überbrüht, ob in Alkohol ausgelaugt oder getrocknet, gleich gern genommen wurden.** Erst **durch den eigentlichen Extraktionsvorgang** wurden **die Tierreste,** dem Grad der chemisch-physikalischen Beeinflussung entsprechend, **in ihrer Wirkung auf den Barsch schwächer,** sie wurden **aber nie vollkommen wirkungslos.** Die Extrakte selbst wurden wenig beachtet. Allerdings sind die Unterlagen, die die vorliegende Versuchsreihe mit Barschen bietet, noch nicht umfangreich genug, um beurteilen zu können, wie die Extrakte und die Reste anderer niederer Wassertiere auf Fische wirken. Schließlich bemerke ich noch, daß bei geblendeten Barschen die Exstirpation der Augen so große Wunden hinterließ, daß die Fische nach sekundärer Infektion starben. Die Versuchsergebnisse mit einem geblendeten Barsch, der an den Gestellen oft vorbeischnappte, glichen vollkommen dem Verhalten sehender Barsche.

Wie in den Einzelzusammenstellungen werden nunmehr in einer Gesamtübersicht alle verwendeten frischen Nahrungstiere nach ihrer Einzelwirkung gewertet. Diese Aufstellung zeigt die wesentliche Tatsache, **daß die Barsche die einzelnen Nahrungstiere stets gleichwertig beachteten, wie die Zusammstellung der dargebotenen Teige auch gewesen sein mochte.**

Tabelle 2.

Zusammenstellung der niederen Wassertiere nach ihrer Wirkung auf die Versuchsbarsche.
(In % ausgerechnet nach dem Verhältnis von Gefressen zu Ausgespuckt.)

Darst.	Limnaea	Leptodora	Bosm. Cyclops	Carino-gam-marus	Lumbricus (Regenw.)	Dreis-sensia	Unio	Noto-necta	Nepa	Cambarus	Tinca (Schleien-brut)	Agrion (Larven)	Chirono-mus (Larven)	Planorbis	Libellula (Larven)
3	0:100	34:66	79:21	86:14											
4			65:35	86:14	51:49	40:60	49:51								
5				94: 6	49:51			22:78	14:86	94:6					
6	29:71			96: 4	52:48						100:0	75:25			
7				89:11									90:10	40:60	
10				90:10									91: 9	40:60	88:12
Durch-schnitt	15:85	34:66	72:28	90:10	51:49	40:60	49:51	22:78	14:86	94:6	100:0	75:25	90:10	40:60	88:12 %

Geordnet nach dem Unterschied der Prozentwerte ergibt sich folgende Reihe:

1. Tinca (Schleienbrut)	100: 0 %	8. Lumbricus (Regenwurm)	51:49 %
2. Cambarus	94: 6 %	9. Unio	49:51 %
3. Carinogammarus	90:10 %	10. Dreissensia	40:60 %
4. Chironomus (Larven)	90:10 %	11. Planorbis	40:60 %
5. Libellula (Larven)	88:12 %	12. Leptodora	34:66 %
6. Agrion (Larven)	75:25 %		
7. Bosmina-Cyclops	72:28 %	13. Notonecta	22:78 %
		14. Limnaea	15:85 %
		15. Nepa	14:86 %

Wichtig ist, daß sich 3 Gruppen aus dieser Gesamtzusammenstellung herausschälen.

1. **Gruppe:** Gern gefressene oder bevorzugte Wassertiere sind Jungfische, Krebstiere, Zuckmückenlarven und Libellenlarven.

2. **Gruppe:** Weniger gern und weniger häufig gefressene niedere Wassertiere sind Regenwurm und Weichtiere .

3. **Gruppe:** Gemiedene niedere Wassertiere sind Weichtiere und Wasserwanzen.

Willer (78) gibt als immer wiederkehrende Hauptnahrung bei Barschen folgende niedere Wassertiere an: Jungfische, Krebstiere, Zuckmückenlarven und Libellenlarven. Die Aufzählung entspricht vollkommen der hier genannten Gruppe 1. Kein einziges der vorwiegend wieder ausgespuckten niederen Wassertiere meiner Versuche wird von Willer erwähnt. Meine Versuchsergebnisse stimmen also in jeder Beziehung mit den Angaben Willers überein.

Zusammenfassung der Versuche mit Barschen.

1. Barsche sind als Versuchsfische für Aquarienversuche gut zu verwenden, da sie sich leicht an das Aquariumleben gewöhnen, sowie schnell und sicher die Nahrungstiere fassen.
2. Um den Barschen die Nahrungstiere in Naturform zu geben, gleichzeitig aber den Nahrungstieren ihre leicht erkennbaren Gestalteigentümlichkeiten zu nehmen, erwies sich das Verfahren der Darbietung von Futterteigen als das geeignetste. Es wurde festgestellt:
   a) daß die Barsche die einzelnen Nahrungstiere auch in der Teigform unterscheiden und auswählen und je nach den von ihnen ausgehenden Reizen dieses oder jenes niedere Wassertier bevorzugen;
   b) daß in der Teigform dieselben Nahrungstiere bevorzugt werden, die die Barsche nach Darmuntersuchungen auch im freien Gewässer vorwiegend fressen.
3. Durch diese Versuche wird bewiesen, daß die Barsche nicht mit dem Geruchssinn, sondern mit dem Geschmackssinn die Nahrungstiere unterscheiden, und daß auch die Nahrungstiere spezifische Geschmacksstoffe haben.
4. Die Geschmacksstoffe haften den niederen Wassertieren nicht oberflächlich an, sondern sind fest an die arteigenen Bestandteile der Wassertiere gebunden. Die Geschmacksstoffe der niederen Wassertiere lassen sich durch Überbrühen, Liegenlassen in Alkohol oder Trocknen nicht beseitigen oder vernichten, sondern die derartig behandelten Nahrungstiere werden von den Barschen ebenso gern gefressen wie die frischen.
5. Durch Äthylätherextraktion wird die Wirkung der Nahrungstiere auf die Barsche wenig beeinflußt, die extrahierten Tierreste haben noch eine starke Geschmackswirkung auf die Barsche. Es muß deshalb angenommen werden, daß die spezifischen Geschmacksstoffe nicht an das Fett der niederen Wassertiere gebunden sind.
6. Bei einer nachfolgenden Extraktion mit Alkohol und Wasser werden die Nahrungstierreste offensichtlich weiter stark verändert. Die Barsche unterscheiden aber noch verschiedene Grade der chemischen Veränderung. Die Tierreste behalten auch nach der letzten Extraktion noch die Geschmackseigenart, die den frischen Tieren eigen ist.
7. Die gewonnenen Äther- und Wasserextrakte wurden von den Barschen abgelehnt, können also kaum spezifische Geschmacksstoffe der niederen Wassertiere enthalten.

IV. Versuche mit Goldkarauschen und Kaulbarschen.

Es könnte der Verdacht auftauchen, daß bei der Beobachtung der Barsche in der ersten Versuchsgruppe durch meine subjektive Einstellung ungewollt Fehler aufgetreten seien, die die Versuchsergebnisse beeinflußten. Bisweilen war es nicht leicht zu entscheiden, ob ein Teigbrocken von den Barschen ausgespuckt oder gefressen wurde. Sind aber Versuchsdurchführung, Beobachtung und Auswertung richtig, dann müssen sich auch bei andersartiger Versuchsanordnung die bisherigen Ergebnisse bestätigen und vervollständigen lassen.

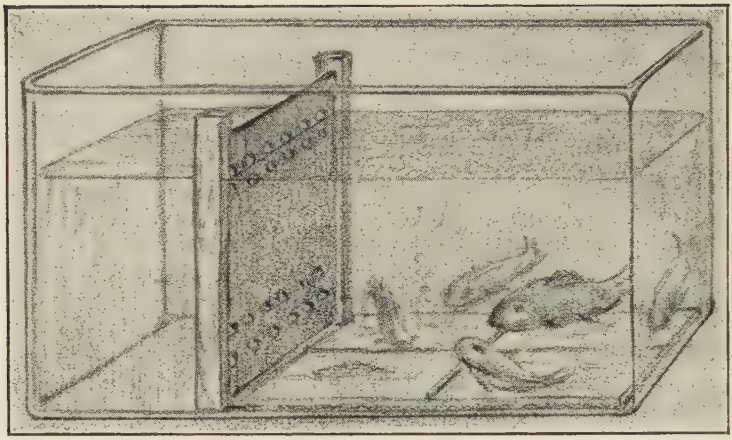
Schleien, Karpfen, Karauschen, in geringem Maße auch Kaulbarsche, haben ein vorstülpbares Maul, das ihnen die Möglichkeit gibt, Teile des Seebodens aufzunehmen und im Maul den Sand oder Schlamm von lebender und ausnutzbarer Nahrung zu trennen. Auf diesen Beobachtungen habe ich meine zweite Versuchsanordnung aufgebaut.

Wenn die Fische niedere Wassertiere von dem Sand mit dem Geschmackssinn unterscheiden, so müssen sie auch dem reinen Sande beigemengte Nahrungstiere dem reinen Sand vorziehen.

Die Versuchsanordnung war folgende:

Auf einer Glasplatte, die fast genau so breit, aber 10 cm kürzer war als die Grundfläche des Aquariums, wurden vier rechteckige, gleich große Felder durch schmale übereinandergelegte Glasstreifen gegeneinander abgeteilt. Auch außen herum wurden Glasstreifen angelegt, so daß vier ganz flache Kästchen entstanden. Zum Versuch wurden die Abteilungen mit reinem Sand und mit Sand, der mit Brei von Nahrungstieren vermischt war, gefüllt. Für den Beobachter waren die Abgrenzungen der einzelnen Abteilungen nur gerade eben noch zu erkennen. Mit Hilfe einer besonders konstruierten Zange konnte die Sandplatte auf den Aquariumgrund gesenkt werden. Nach Beruhigung des Wassers wurden die Fische, die vorher durch einen eingebauten Lochblechschieber auf dem 10 cm tiefen restlichen Aquariumraum, „dem Warteraum", zurückgehalten wurden, in den Versuchsraum zurückgelassen. Die Fische schwammen nun über der Sandplatte umher und waren durch das Lochblech von dem restlichen Aquariumraum getrennt. (Siehe Abbildung 2. Nach der Photographie der Versuchsanordnung gezeichnet.)

Bild 2.



Zu diesen Versuchen wurden Goldkarauschen verwendet, die eine Durchschnittslänge (Schnauzenspitze bis Schwanzflossenspitze) von 9 cm hatten, einjährig waren und aus einem Versuchsteich der Preußischen Landesanstalt für Fischerei stammten. Je 5—6 Fische, die zu einer Versuchsgruppe gehörten, wurden in Vollglas- oder Gestellaquarien gehalten. Schnell gewöhnten sich die Fische an die tägliche Sandplattenstörung und suchten sofort, nachdem sie in den Versuchsraum kamen, in den Sandfeldern herum. Dieses Suchen der Fische durch Aufnehmen von Sand in den einzelnen Feldern möchte ich als „Schnappen" bezeichnen. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit wurden die Schnappbewegungen der Fische auf den einzelnen Feldern für jede Minute gezählt. Die eigentliche Versuchszeit betrug 10 Minuten. Danach wurden die Fische wieder in den Warteraum eingesperrt, die Sandplatte entfernt, die Sandverunreinigung des Aquariums abgesaugt, neues Wasser zugelassen. Der Versuch war beendet. Zwischen den einzelnen Versuchen wurde selbstverständlich der Trennungsschieber zwischen „Warteraum" und „Versuchsraum" entfernt. Für stete Sauerstofferneuerung sorgte eine Wassertropfeinrichtung.

Die Schnappbewegungen der Versuchsfische auf den vier Feldern konnten nicht durch einen Beobachter verfolgt werden. Beim Zählen der Schnappbewegungen waren mir bereitwilligst die Herren Dr. Schräder, Dr. Cornelius, cand. phil. Rehbronn und cand. phil. Schilde behilflich. Ich spreche ihnen an dieser Stelle für ihre häufige Hilfeleistung meinen aufrichtigsten Dank aus.

Es war bei dieser Versuchsart zu vermuten, daß die Karauschen auf dem Feld mit beigemischten gut schmeckenden Nahrungstieren öfter schnappen würden als auf dem Feld mit

beigemengten unangenehm schmeckenden Nahrungstieren oder mit reinem Sand. Die Fische konnten auf den Feldern ungestört schnappen. Nur so war eine Sicherheit dafür geboten, daß sich in den erhaltenen Zahlenwerten zufällige Schnappbewegungen von den Schnappbewegungen, die der Nahrungssuche dienten, deutlich und zuverlässig unterschieden.

Die Herstellung der Sande ging folgendermaßen vor sich: Die frischen Nahrungstiere wurden in einer Reibschale mit Sand zerrieben, der aus dem Müggelsee entnommen und vor Gebrauch kräftig gewaschen worden war. Dieser gut gewaschene Sand konnte unmöglich noch irgendwelche schmeckenden Bestandteile enthalten. Der prozentuale Anteil der jeweilig beigemengten niederen Wassertiere am Nahrungstiersand wurde gewichtsmäßig festgestellt und betrug durchschnittlich 1—5 %.

Um die Zuverlässigkeit der Methode zu kennzeichnen, sollen zwei Versuchsprotokolle den Versuchsverlauf zeigen.

Versuchsprotokoll 1. Feld 1 und 3 erhielten reinen Sand. Feld 2 erhielt Sand mit zerriebenen Daphniden. Feld 4 erhielt Sand mit Unioteilen.

Die Zahlen unter den Rubriken Feld geben für die einzelnen Felder die Zahl der Schnappbewegungen von 6 Fischen in den aufeinander folgenden Minuten an.

Protokoll I. (6 Karauschen.)

8. 6. 33. Vers.-Zt.: 15,25—15,35 Min.

Min.	Feld 1 Sand	Feld 2 Daphnia magna	Feld 3 Sand	Feld 4 Unio
1.	8	26	11	46
2.	11	23	13	54
3.	6	28	9	60
4.	3	19	12	37
5.	0	20	6	36
6.	1	6	14	54
7.	10	34	5	28
8.	2	20	12	56
9.	2	14	2	47
10.	2	33	1	42
	Sa. 45	223	85	460
Ein „Normalfisch“:	7 = 5 %	37 = 28 %	14 = 10 %	76 = 57 %

Zusammensetzung der Nährsande:

Daphnia magna	10 g = 4,9 %	Unio	10 g = 4,8 %
Sand	195 g = 95,1 %	Sand	200 g = 95,2 %
Ges.	205 g = 100,0 %	Ges.	210 g = 100,0 %

Es ist in diesen Versuchen belanglos, ob ein Fisch 20mal auf einem Felde geschnappt hat oder ob daran alle 6 Fische beteiligt waren. Nicht die Schnappbewegungen des einzelnen Fisches waren mir wichtig, sondern die Anzahl der Schnappbewegungen auf jedem Feld im Vergleich zur Anzahl aller überhaupt ausgeführten Schnappbewegungen. Die einzelnen Protokolle, die außerdem noch die Zusammensetzung der Nährtiersande geben, zeigen natürlich mancherlei wichtige Einzelergebnisse. Es war jedoch unmöglich, 500 Protokolle aufzuführen. Daher mußten die Ergebnisse zusammengefaßt werden. Die beiden angeführten Versuchsprotokolle zeigen rein zahlenmäßig, daß die Schnappbewegungen der Karauschen auf den einzelnen Feldern sehr verschieden und an den einzelnen Tagen sehr unterschiedlich sind.

Versuchsprotokoll 2. Feld 1 und 2 erhielten Sand, Feld 3 erhielt Cambarusteile, Feld 4 Daphniden.

Protokoll II. (6 Karauschen.)

12. 6. 33. Vers.-Zt.: 14,45—14,55 Min.

Min.	Feld 1 Sand	Feld 2 Sand	Feld 3 Cambar.	Feld 4 Daphnia magna
1.	6	3	14	8
2.	0	3	23	6
3.	0	2	1	4
4.	0	2	2	2
5.	0	1	0	2
6.	1	3	5	20
7.	2	4	3	7
8.	2	4	10	12
9.	0	3	1	15
10.	3	2	8	13
	Sa. 14	27	67	89
Ein „Normalfisch“:	2 = 6 %	5 = 15 %	11 = 34 %	15 = 45 %

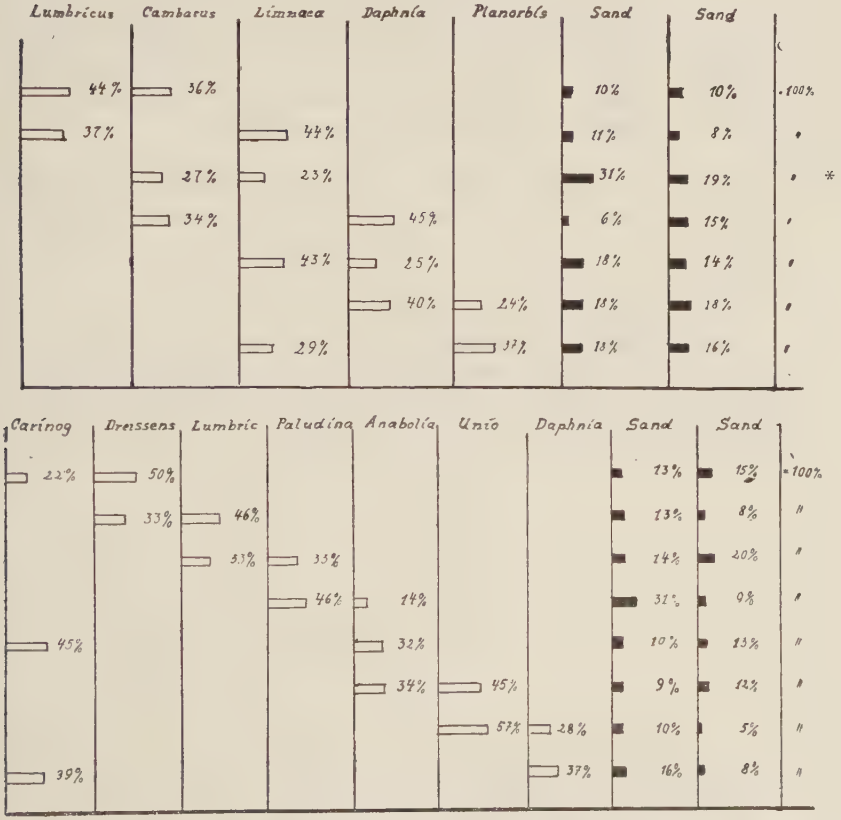
Zusammensetzung der Nährsande:

Cambarus	8 g = 5 %	Daphnia magna	7 g = 3,7 %
Sand	152 g = 95 %	Sand	185 g = 96,3 %
Ges.	160 g = 100 %	Ges.	192 g = 100,0 %

Für die Auswertung und Zusammenstellung der Versuche wurden die Schnappbewegungen der Fische auf jedem Feld während der 10 Minuten addiert. Die Summe der Schnappbewegungen auf einem Feld wurde durch die Anzahl der Versuchsfische dividiert, um das Verhalten eines „Normalfisches“ zu berechnen. Es wurden dann prozentual die Anteile der Schnappbewegungen auf jedem Feld für diesen „Normalfisch“ berechnet; dadurch kamen die starken Unterschiede der absoluten Zahlen in den einzelnen Tagesprotokollen in Fortfall. Der Vorzug einer Prozent-

auswertung ist deutlich in den beiden Versuchsprotokollen zu erkennen, die in ihren absoluten Zahlen garnicht zu vergleichen wären. Diese Prozentwerte würden bei Zusammenstellung in einer Tabelle zu unübersichtlich sein; ich habe deswegen die Ergebnisse unter Beifügung der Zahlenwerte bildlich dargestellt. Die Prozentwerte, die die Schnappbewegungen der Goldkarauschen auf jedem Feld anzeigten, wurden in Form von wagerechten Balken dargestellt, und zwar in besonderen Rubriken für die einzelnen beigemengten Nahrungstiere. Die Gesamtbreite einer Rubrik entspricht 100 %. Vier Balken wagerecht betrachtet entsprechen dem Ergebnis eines Tagesversuches auf der vierfeldrigen Versuchsplatte und ergeben zusammenaddiert ebenfalls 100 %. Auf diese Weise ist das Ergebnis eines Tagesversuches gut zu beurteilen, außerdem kann gleichzeitig überblickt werden, wie die Karauschen die einzelnen Nahrungstiere beachten; (schwarze Balken stellen den Prozentwert für reinen Sand dar).

Darstellung 15.



Schnappbewegungen der Goldkarauschen in % auf den einzelnen Feldern.

Die Versuchsergebnisse der Darstellung 15 zeigen, daß auf dem reinen Sand die Goldkarauschen bei weitem nicht so häufig geschnappt haben. Eine Ausnahme bildet der Versuch, der mit einem Stern (*) versehen ist. Die Fische prüften die Felder durch Aufnehmen von Sand und schnappten auf den Feldern häufiger, die beigemengte Nahrungstiere enthielten. Sie unterschieden also den reinen Sand vom Nahrungstiersand allein mit Hilfe des Geschmackssinnes. Nicht ein einziges Mal wurde beobachtet, daß die Karauschen sich in ihrer Auswahl von dem Geruchssinn leiten ließen. Aus den Versuchsergebnissen ist zu sehen, daß die Goldkarauschen auch nicht auf allen Sandfeldern mit beigemengten Nahrungstieren gleich stark geschnappt haben, sondern daß sie auf den ihnen am meisten zusagenden Feldern am häufigsten schnappten. Das heißt aber, daß sie wieder **die einzelnen Nahrungstiere nach ihrem spezifischen Geschmack verschieden beachteten.** Die Nahrungstiere sind formlos dem Sande beigemengt worden; **es waren also wieder spezifische Reizstoffe der Nahrungstiere ausschlaggebend für die Unterscheidung der niederen Wassertiere durch die Fische und keine optischen Eindrücke.** Die bevorzugten niederen Wassertiere treten in Darstellung 15 nicht klar genug hervor, deswegen habe ich die Prozentergebnisse für die einzelnen Tierarten nochmals zahlenmäßig gegeneinander abgewertet, wie folgendes Beispiel erläutern möge.

Auf dem	Lumbricus-feld,	Cambarus-feld,	Sand-	Sandfeld wurde geschnappt
in Prozenten:	44	36	10	10 %

Gegenüber dem Cambarusfeld wurde auf dem Feld, das Lumbricus enthielt, demnach um 8 % häufiger geschnappt (+ 8 %) und auf dem Cambarusfeld um 8 % weniger (— 8 %) als auf dem Lumbricusfeld. Wie in eben angeführtem Beispiel, so wurden auch die Prozentwerte aller übrigen Versuchsergebnisse der Darstellung 15 gegeneinander abgewertet.

Tabelle 3.

Unterschiede in Prozentwerten. (Nach Darstellung 15.)

Nahrungstiere	Prozentunterschiede bei den Versuchen														Zusammen addierte Prozentwerte	Mittelwert daraus
Lumbricus	8%	-7%					-13%	0%							14%	3,5%
Cambarus	-8%		4%	-12%											-16%	-5,3%
Limnaea st.		7%	-4%		18%									-8%	13%	3,2%
Daphnia				-12%	-18%						-29%	-2%	16%		-21%	-5,2%
Planorbis													-16%	8%	-8%	-4,0%
Carinogam.						-28%			13%			2%			-13%	-4,3%
Dreissensia						28%	-13%								15%	7,5%
Paludina								0%	32%						32%	16,0%
Anabolia									-32%	-13%	-11%				-56%	-18,6%
Unio											11%	29%			40%	20,0%

In der Aufstellung sind dann die gegeneinander abgewerteten Prozentwerte für jedes einzelne Nahrungstier unter Beachtung des Vorzeichens addiert worden. Zur Ermittlung eines Durchschnitts wurden die Summen durch die Zahl derjenigen Versuche dividiert, die mit diesem Nahrungstier gemacht worden waren. Diese Durchschnittsberechnung war notwendig, weil nicht alle Tiere in dem Versuchsverlauf gleichmäßig oft verwendet wurden.

Das Ergebnis dieser Auswertung ist eine Wertfolge der niederen Wassertiere. Die berechneten Prozentmittelwerte können als Wertzahlen für das entsprechende Nahrungstier gelten und ergeben bei Aufstellung in einer Reihe folgendes Bild:

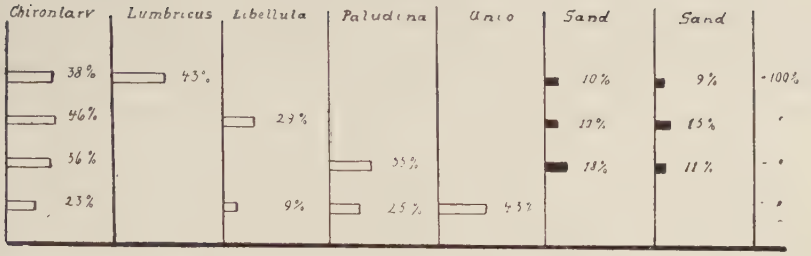
1. Unio	+ 20
2. Paludina	+ 16
3. Dreissensia	+ 7,5
4. Lumbricus	+ 3,5
5. Limnaea	+ 3,2
6. Planorbis	— 4
7. Carinogammarus	— 4,3
8. Daphnia	— 5,2
9. Cambarus	— 5,3
10. Anabolia	— 18,6

Die Aufstellung dieser Reihe zeigt umgekehrte Wertstufen wie die Versuchsergebnisse mit Barschen. Bei den Goldkarauschen stehen an bevorzugter Stelle die Weichtiere, bei den Barschen die Krebstiere. Willer (78) führt an, daß die Karauschen wenig wählerisch sind, aber kleine Weichtiere, Zuckmückenlarven und Krebstiere gern fressen. Weil die Karauschen wenig wählerisch sind, treten offenbar deswegen die Unterschiede nicht so stark hervor. Durch die Versuche wird aber bewiesen, daß die Fische die verschiedenen Nahrungstiere deutlich unterschieden und daß sie auch wieder bestimmte Gruppen niederer Wassertiere bevorzugt haben. Aus diesen Ergebnissen kann geschlossen werden, daß

1. **die niederen Wassertiere spezifische Geschmacksstoffe haben, die für ganze Tierfamilien kennzeichnend sind,**
2. **die Karauschen einen gut ausgebildeten Geschmackssinn haben, da sie die im freien Gewässer gern gefressenen Nahrungstiere auch auf der Sandplatte herausfanden, auswählten und durch häufigeres Schnappen bevorzugten.**

Da es möglich war, daß das Fischauge die Abgrenzungen bevorzugter Felder wiedererkannte, wurden einzelne Goldkarauschen geblendet und in einer Sonderversuchsreihe fortlaufend neben sehenden geprüft (Methode der Ausbrennung). Die Fische überstanden diesen Eingriff sehr gut. Die Versuchsanordnung bei den geblendeten Karauschen war die gleiche; zur Ergänzung der Versuche wurden nur noch weitere Wassertiere verwendet. Wegen der wenigen Versuche habe ich hier von einer Berechnung der Prozentunterschiede abgesehen.

Darstellung 16.

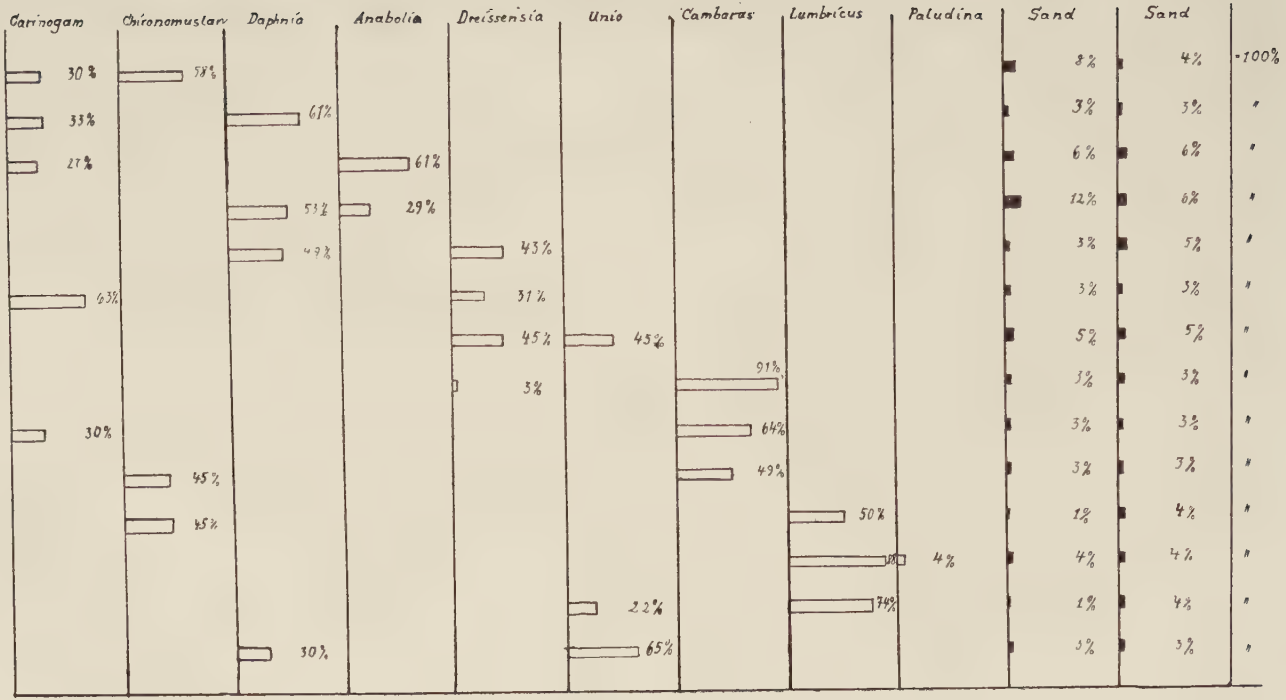


Schnappbewegungen blinder Goldkarauschen in % auf den einzelnen Feldern.

Da die Karauschen in ihrer Nahrung nicht sehr wählerisch sind, wurden zum Vergleich Kaulbarsche geprüft. Es sollte untersucht werden, ob es an der Methode lag, daß die Nahrungstiersande nicht eindeutiger unterschieden wurden, oder ob nur die Karauschen verhältnismäßig wahllos fraßen. Kaulbarsche bevorzugen im freien Gewässer besonders Chironomiden (Larven). Schiemenz sagt: „Wenn man im ganzen See keine Chironomiden (Larven) findet, im Magen von Kaulbarschen sind sie immer anzutreffen.“ Wie können gerade Chironomiden (Larven), die in selbstgebauten Schlammröhren sitzen, so bevorzugt werden? Auch die Kaulbarsche können ebenfalls ihr Maul, wenn auch weniger, vorstülpen. Deswegen schien mir die Methode der Sandplattenversuche auch für die Kaulbarsche geeignet. Bei den ersten Versuchen reagierten die Kaulbarsche nicht auf die ihnen gebotenen Sandplatten, sondern schwammen scheu in irgend eine Ecke. Nach einigen Versuchen hatten sie sich an das Einbringen der Sandplatte gewöhnt, doch sie schienen sich nicht um die Versuchsanordnung zu kümmern, wenigstens nicht in der Weise, wie die Goldkarauschen. Ruhig schwammen die Kaulbarsche 2—3 mm über der Sandplatte dahin. Bisweilen stand plötzlich ein Fisch still, tippte mit seinem Unterkiefer einige Male auf den Sand, betastete die Umgebung und stieß dann 3—4mal kurz hintereinander in den Sand. Bei dem weiteren Umherschwimmen wurde das gleiche Verhalten nur an einer anderen Stelle desselben Feldes beobachtet. Es deutete darauf hin, daß die Kaulbarsche durch die zerkleinerten Nahrungstiere im Sande gereizt wurden. Merkwürdig blieb dabei aber das vorherige Auftippen des Unterkiefers auf den Sand. Die Kaulbarsche haben möglicherweise äußere Geschmacksknospen, die nicht auf Barteln liegen, sondern direkt in der Epidermis des Unterkiefers. In besonderen histologischen Untersuchungen, die ihres Umfanges wegen mit den vorliegenden physiologischen Versuchen nicht vereinigt werden konnten, ist dieses Problem genauer untersucht worden. Die Ergebnisse sollen besonders veröffentlicht werden.

Die physiologischen Versuche mit den Kaulbarschen mußten leider vorzeitig abgebrochen werden, da die Fische durch Krankheit starben (Cornelius 12). Es waren 10 Fische im Versuch, die zu je 5 eine Gruppe bildeten. Die Versuchsauswertung geschah nach denselben Methoden wie bei den Goldkarauschen.

Darstellung 17.



Eindeutig wurden nach den Ergebnissen der Darstellung 17 reiner Sand von Nahrungstiersanden und die verschiedenen Nahrungstiersande untereinander durch die Kaulbarsche unterschieden. Das zeigen folgende drei Beispiele:

Cambarus	91 %	:	3 %	Dreissensia
Lumbricus	88 %	:	4 %	Paludina
Lumbricus	74 %	:	22 %	Unio

Diese starke Unterschiedlichkeit in der Beachtung der niederen Wassertiere zeigt gerade in diesen Versuchen, daß die Kaulbarsche ihre Nahrung stärker auswählen als die Goldkarauschen. Nach den Versuchsergebnissen und dem eigenartigen Verhalten der Kaulbarsche ist zu schließen, daß sie schon mit Sinnesorganen außerhalb der Maulhöhle die Nahrungstiere unterscheiden. Der Geruchssinn spielt dabei offenbar keine Rolle. Um diese Frage endgültig zu klären, sind jedoch noch weitere Versuche nötig.

Unter Fortlasssung der Zusammenstellung lasse ich die Reihe mit den Wertzahlen folgen. Die Unterschiede sind viel stärker als bei den Goldkarauschen.

Nach fallenden Werten geordnet, ergibt sich folgende Reihe:

Lumbricus	+ 47
Cambarus	+ 42
Chironomus (Larv.)	+ 6,2
Daphnia	+ 5,7
Anabolia	+ 5,0
Unio	— 5,7
Carinogam.	— 18,0
Dreissensia	— 31,5
Paludina	— 84,0

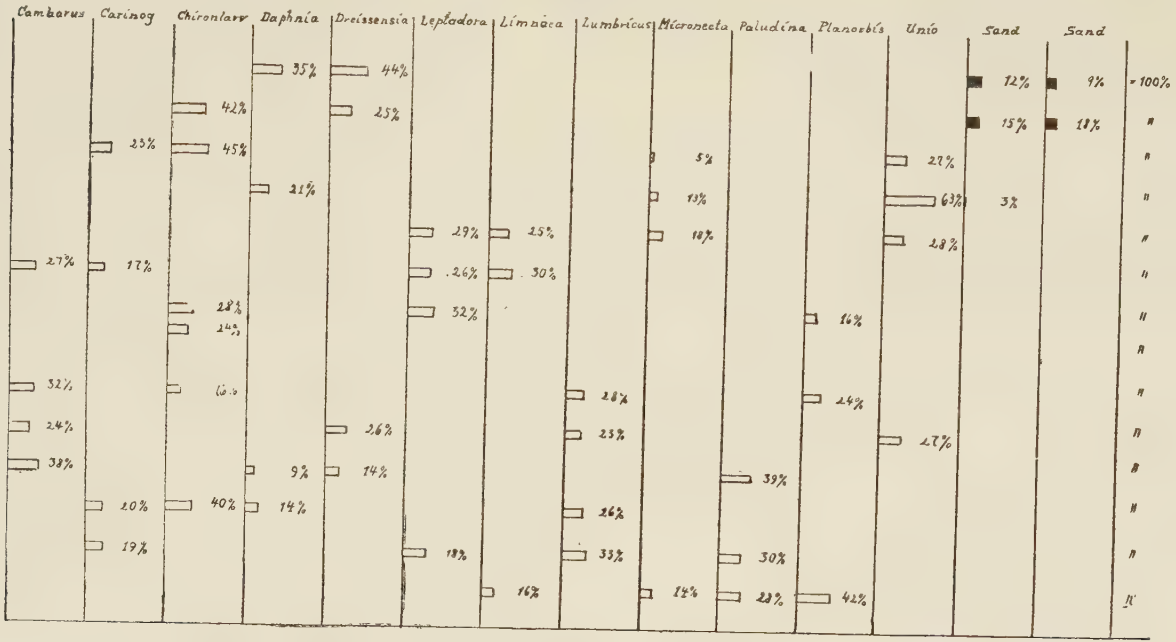
Die Nahrungstiere, die nach diesen Versuchen von den Kaulbarschen bevorzugt ausgewählt wurden, sind dieselben Arten, die Willer (78) als von Kaulbarschen gern gefressene niedere Wassertiere aufzählt. Nach den Ergebnissen der letzten Reihe ist deutlich zu erkennen, wie **genau die Kaulbarsche zwischen den einzelnen Arten von niederen Wassertieren unterschieden. Die Goldkarauschen haben die Nahrungstiere niemals derartig unterschiedlich ausgewählt wie die Kaulbarsche.** Die Versuchsergebnisse mit den beiden Fischarten beweisen, daß **mit Hilfe dieser Versuchsanordnung 1. das Schmeckvermögen der Fische, 2. die Wirkung der spezifischen Geschmacksstoffe niederer Wassertiere auf den Geschmackssinn der Fische untersucht werden kann.**

In den Versuchen, zu deren Besprechung ich jetzt komme, wurden nun niedere Wassertiere, die künstlich verändert worden waren, den Sanden beigemischt.

In einer genügenden Anzahl von Versuchen wurde bewiesen, daß reiner Sand keinerlei Reize ausgeübt hat. Deshalb wur-

den allen 4 Feldern der Versuchsplatte getrocknete Nahrungstiere beigemischt. Selbstverständlich waren dadurch die Unterschiede in der Zahl der Schnappbewegungen auf den einzelnen Feldern nicht mehr so groß, wie sie bei gleichzeitiger Darbietung von reinen Sanden gewesen waren. Dafür konnten sich die Geschmacksstoffe der einzelnen Nahrungstiere aber stärker gegeneinander auswirken, **besonders bevorzugte Nahrungstiere mußten stark in den Vordergrund treten;** es mußte auf **dem Nahrungstierfeld am meisten geschnappt werden, das die bevorzugtesten niederen Wassertiere enthielt.**

Darstellung 18.



Schnappbewegungen der Goldkarauschen in % auf den einzelnen Feldern.
(Getrocknete Nahrungstiere.)

Die Prozentunterschiede sind, wie die Darstellung 18 zeigt, tatsächlich nicht mehr so groß. Die Werte liegen meist zwischen 20 und 30 %. Die Ergebnisse zeigen trotzdem, daß die Karauschen zwischen den einzelnen Nahrungstiersanden unterschieden und sie genau so ausgewählt haben, wie sie die frischen Nahrungstiere unterschieden. Auch hier habe ich nach dem Verhalten der Karauschen die Bevorzugung einzelner niederer Wassertiere in Prozenten ausgerechnet. Da in diesen Versuchen alle 4 Felder Nahrungstiere enthielten, mußte für jedes Nahrungstier der Prozentüberschuß bzw. das Zurückstehen um bestimmte Prozentwerte den anderen drei verwendeten Nahrungstieren gegenüber ausgewertet werden. Es bildeten sich dadurch viel stärkere Prozentunterschiede heraus, d. h. gern gefressene Nahrungstiere grenzten sich durch das Verhalten der Karauschen gegen weniger beliebte Nahrungstiere stärker ab. Außerdem mußten sich durch die vielseitigeren Zusammenstellungen der niederen Wassertiere bei gleichzeitiger Verwendung von vier Versuchstiersanden die wirklich bevorzugten Nahrungstiere eindeutig herausheben.

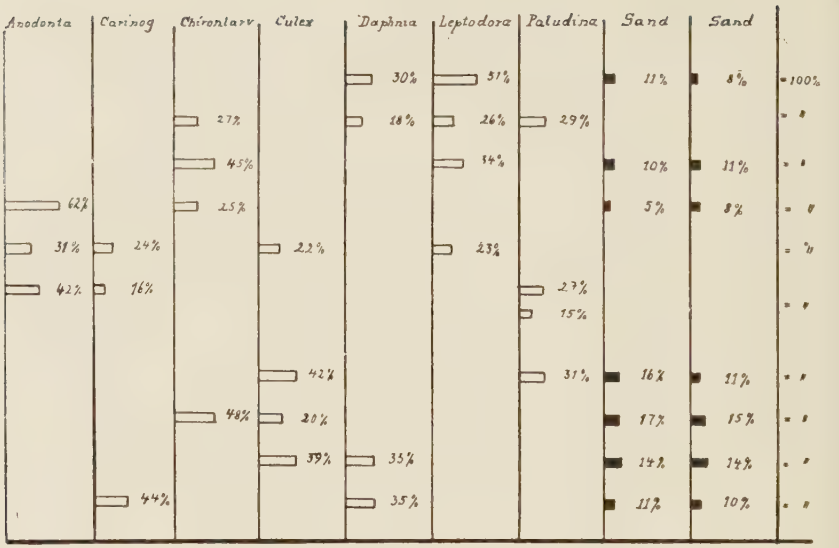
Nach fallenden Werten ergibt sich folgende Reihe für getrocknete niedere Wassertiere:

Unio	+ 30
Paludina	+ 29
Chironomus (Larven)	+ 26
Cambarus	+ 21
Planorbis	+ 9,5
Lumbricus	+ 9,3
Leptodora	+ 5
Limnaea	+ 0
Dreissensia	— 12
Carinogammarus	— 21
Daphnia	— 38
Micronecta	— 52,5.

Bei den Versuchen mit blinden Karauschen wurden noch weitere Nahrungstiere hinzugenommen: Culex und Anodonta.

Aus den Ergebnissen dieser Versuche konnte nun auch für die blinden Karauschen eine Wertordnung der getrockneten niederen Wassertiere aufgestellt werden, die **der Reihe entspricht, die sich für die sehenden Karauschen bei Verwendung getrockneter Nahrungstiere ergab.** Dadurch ist bewiesen, daß **sehende Karauschen einzelne Felder** mit bestimmten Nahrungstieren **nicht deswegen bevorzugten, weil sie sie auf Grund optischer Eindrücke in ihrer Lage wiedererkannt hätten,** sondern **allein deswegen, weil sie mit ihrem Geschmackssinn die Nahrungstiere unterschieden.**

Darstellung 19.



Schnappbewegungen blinder Goldkarauschen in % auf den einzelnen Feldern. (Getrocknete Nahrungstiere.)

Nach fallenden Werten geordnet ergibt sich folgende Reihe für getrocknete Nahrungstiere. (Blinde Karauschen.)

Anodonta	+ 34
Chironomus (Larven)	+ 2,5
Paludina	+ 1,5
Leptodora	+ 1,5
Culex (Larven)	— 6
Carinogammarus	— 11
Daphnia	— 16

Bei Verwendung von getrockneten niederen Wassertieren bestand die Möglichkeit, daß durch das Trocknen spezifische Geschmacksstoffe der frischen Tiere verloren gingen oder umgewandelt wurden, daß also frische Nahrungstiere von getrockneten erheblich unterschieden würden. Das mußte, wie in der ersten Versuchsreihe mit Barschen, durch einige Versuche geprüft werden. Auf der Versuchsplatte wurden frische und getrocknete Nahrungstiere gleichzeitig zur Auswahl dargeboten.

Tabelle 4.

Nahrungstiere	frisch	getrocknet
Chironomus (Larven)	26 %	30 %
Planorbis	31 %	43 %
Unio	11 %	15 %

Nahrungstiere	frisch	getrocknet
Anodonta	40 %	39 %
„	40 %	40 %
Culex (Larven)	26 %	18 %
„	24 %	20 %

Die Ergebnisse in Tabelle 4 zeigen, daß zwischen getrockneten und frischen Nahrungstieren von den Fischen kaum ein Unterschied gemacht wurde. Nur geringe Abweichungen sind festzustellen; Chironomus (Larven), Planorbis, in schwächerem Maße auch Unio wurden in getrocknetem Zustand etwas bevorzugt, während allein Culex (Larven) als frische Tiere bevorzugt wurden. Als Ergebnis ist somit festzustellen, daß niedere Wassertiere in getrockneter wie in frischer Form gleich bewertet wurden.

Es bestand die Möglichkeit, daß die Goldkarauschen auf den 4 Feldern der Versuchsplatte von vornherein verschieden oft schnappen und irgend ein Feld durch gute Lage, verschiedene Lichtstärke oder durch andere nicht erkennbare Faktoren bevorzugen würden. Um diese Frage zu klären, wurden alle 4 Felder mit gleichem Nahrungstiersand (Beimischung von frischer Dreissensia) gefüllt. Die Ergebnisse dieser Versuche waren ausschlaggebend für den Wert und die Genauigkeit der Sandplattenmethode überhaupt.

Tabelle 5.

Dreissensia (3,8%iger Nährsand)

Vers.	Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4
1.	21 %	26 %	24 %	29 %
2.	28 %	23 %	23 %	26 %
3.	22 %	26 %	26 %	26 %
Mittelwerte:	24 %	25 %	24 %	27 %

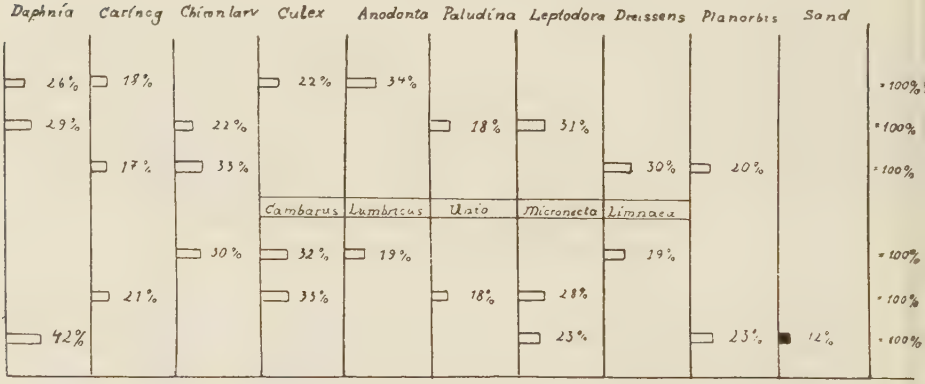
Nach der Tabelle 5 kann beim Vergleich der Mittelwerte behauptet werden, daß die Karauschen auf allen 4 Feldern gleichmäßig stark geschnappt und kein Feld bevorzugt haben. Damit habe ich wohl bewiesen, daß auch diese Methode einwandfrei und genau ist.

Die Sandplattenmethode schien mir im Gegensatz zur Schlaufenmethode durch die Vorteile der Vierfeldereinteilung besonders geeignet zu sein, alle durch chemische Entzugmittel veränderten Nahrungstiere, sowie die Tierreste und die Extrakte gleichzeitig zu prüfen. Von einer Alkoholextraktion nach der Ätherextraktion habe ich in dieser Versuchsreihe abgesehen. Nach dem Fettentzug wurden die Tierreste nur noch mit Wasser ausgekocht. Dafür wurden aber sowohl die Fette wie auch die Wasserextrakte den Sanden beigemischt. Die Beimischung des Ätherextraktes (= Fett) zu dem feuchten Sand war bei den Fetten von Daphnia und den Mollusca sehr leicht zu erreichen. Diese Fette vermischten sich schaumbildend als Emulsion mit dem feuchten Sand. Die anderen tierischen Fette lagerten sich bei langem Reiben in genügender Weise an die Sandkörner an.

In den folgenden Versuchen wurden nur zunächst reine Fette einiger Nahrungstiere den Versuchssanden beigemischt, um zu prüfen, ob die Goldkarauschen auch die reinen Fette unterscheiden.

Nach dem in Darstellung 20 angegebenen Verhalten der Karauschen ist festzustellen, daß die Tierfette unterschiedlich beachtet wurden. Ich habe aber mit den reinen Nahrungstierfetten zu wenige Versuche gemacht, um eine Wertreihe aufstellen zu können. Es schien mir nicht so wesentlich, die Wirkung der Fette niederer Wassertiere zu vergleichen, als zu beobachten, wie die Goldkarauschen zwischen den Tierresten und den Extrakten von einzelnen niederen Wassertieren unterschieden.

Darstellung 20.



Schnappbewegungen der Goldkarauschen in % auf den einzelnen Feldern. (Ätherextrakt = Fett.)

In den folgenden Versuchen wurde deshalb die Wirkung von getrockneten und ätherextrahierten Tierresten, wie auch von Fetten gleicher niederer Wassertiere auf 3 Feldern verglichen. Dem 4. Feld wurde das Fett (Ätherextrakt) eines anderen niederen Wassertieres beigemischt.

Tabelle 6.

	Vers.	Nahrungstiere getrocknet % Feld 1	Fett % Feld 2	ätherextrahiert % Feld 3	Nahrungstierfett % Feld 4
Dreissensia	1.	17	12	55	16 Unio = 100 %
Union	2.	43	23	25	9 Leptodora = 100 %
Paludina	3.	34	11	47	8 Unio = 100 %
Lumbricus	4.	51	9	33	7 Planorb. = 100 %

Nach diesen Versuchsergebnissen mit Goldkarauschen in Tabelle 6 ist in Übereinstimmung mit den Barschversuchen festzustellen, daß das Fett der Nahrungstiere nicht die Geschmackswirkung zeigt, die von den getrockneten und mit Äther extrahierten Tierresten ausgeht. Es kann also aus diesen Versuchsergebnissen geschlossen werden, daß **spezifische Geschmacksstoffe nicht an die Fette der Nahrungstiere gebunden sind.** Außerdem ist festzustellen, daß die nach der Ätherextraktion verbleibenden Wassertierreste von den getrockneten Tieren nicht wesentlich durch die Goldkarauschen unterschieden wurden. Im Gegenteil, in verschiedenen Versuchen wurden die mit Äther extrahierten niederen Wassertiere bevorzugt. Auch daraus muß geschlossen werden, daß **die Geschmacksstoffe bei der Ätherextraktion nicht entfernt oder verändert worden sein können, sondern noch an die Nahrungstiere gebunden sein müssen.** Damit ist hier zum zweiten Male der Beweis geliefert worden, daß **nicht die Fette Träger der spezifischen Geschmacksstoffe der Nahrungstiere sind.**

Tabelle 7.

	Nahrungstiere			**Nahrungstiere**		
	getrockn. (in %)	Fett (%)	ätherextrah. (%)	getrockn. (in %)	Fett (%)	ätherextrah. (%)
Daphnia	7	14	—	65	14	— Chiro
Daphnia	—	24	22	39	15	— Lepto.
Cambarus	—	24	23	—	19	34 Lepto.
Cambarus	44	15	—	—	14	27 Chiro.
Limnaea	55	9	—	22	14	— Carino.
Planorbis	61	5	—	12	22	— Micron.

Selbst bei anderer Zusammenstellung der Nahrungstiersande blieben, wie die Tabelle 7 zeigt, die Versuchsergebnisse gleich. Die Nahrungstierfette wurden bis auf zwei Ausnahmen (Cambarus, Daphnia) stark gemieden. In diesen beiden Sonderfällen wurden die Tierfette und die ätherextrahierten Nahrungstiere garnicht unterschieden, sondern von den Karauschen gleich stark beachtet.

Die Versuche mit blinden Karauschen beweisen (Tabelle 8 und 9), daß die blinden Fische die Tierfette genau so gemieden und stets die Tierreste dem gewonnenen Ätherextrakt vorgezogen haben.

Tabelle 8.

Nahrungstiere.

	Vers.	getrocknet %	Fett %	ätherextrahiert %	Nahrungstierfett %
		Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4
Culex	1	43	14	18	25 Chiron = 100%
Paludina	2	33	16	27	24 Culex = 100%
Leptodora	3	26	26	25	23 Anodonta = 100%

Tabelle 9.

Nahrungstiere				Nahrungstiere			
	getrockn. (%)	Fett (%)	ätherextrah. (%)	getrockn. (%)	Fett (%)	ätherextrah. (%)	
Carino.	29	20	—	32	19	—	Chiro.
Carino.	—	14	24	—	14	48	Anodonta
Chiro.	—	11	53	16 (reiner Sand)	20	—	Anodonta

Wenn in Tabelle 8 für das Nahrungstier Leptodora die Prozentwerte in allen drei Rubriken gleich sind, so ist das meines Erachtens ein Zufallsergebnis. **Damit ist noch nicht bewiesen, daß die Fette der Nahrungstiere spezifische Geschmacksstoffe haben.**

In den vorangehenden Versuchen sind den Karauschen niedere Wassertiere in allen nur möglichen Zusammenstellungen dargeboten worden. Fehler in der Methode und Beobachtung hätten sich als Ausnahmen zeigen müssen. Die Versuche waren aber in ihren Ergebnissen vollkommen einheitlich. Die Unterschiede und damit die Prozentwerte werden sich bei Verwendung von gut und schlecht schmeckenden Zusatzstoffen vom Sand stets sehr stark herausbilden. Bei Versuchen mit fast gleich gern genommenen Zusatzstoffen werden die Karauschen auf dem relativ besseren Sandfeld mehr schnappen, die Unterschiede zu dem unbeliebteren Feld werden dann allerdings nicht mehr so deutlich hervortreten.

Die Versuchsanordnung ließ es leider nicht zu, jedes niedere Wassertier vom frischen Zustand bis zum Wasserextraktionsrest gleichzeitig durch die Karauschen prüfen zu lassen; das würde eine 6—8malige Unterteilung der Sandplatte voraussetzen. Ich mußte mich deswegen darauf beschränken, die Goldkarauschen wählen zu lassen zwischen

1. Ätherextrakten (Tierfett);
2. ätherextrahierten Nahrungstierresten;
3. Wasserextrakten;
4. äther-wasserextrah. Nahrungstierresten.

Die Ergebnisse der letzten Tabellen zeigen, daß **frische und getrocknete, selbst ätherextrahierte Nahrungstiere fast unterschiedslos gleich gern genommen wurden.** Außerdem wurde durch die Versuche festgestellt, daß die gewonnenen Ätherextrakte (Fette) stets weniger beachtet wurden als die getrockneten oder ätherextrahierten Tierreste. Es war deswegen wohl gerechtfertigt, zu den weiteren Versuchen nur noch die oben erwähnten vier Stoffe zu verwenden.

Nach dem Fettentzug wurden die Nahrungstiere im Becherglas 3—4 Stunden in Wasser ausgekocht. Das Filtrat wurde eingedampft und unter wenig Wasserzusatz mit Sand verrieben. Die Tierreste nach der Wasserextraktion wurden ebenfalls mit

Sand verrieben. Die Versuchsplatten enthielten also nur Bestandteile derselben niederen Wassertiere: Das Fett, den Wasserextrakt, die mit Äther und die mit Äther und Wasser extrahierten Reste ein und desselben Nahrungstieres. Die zu untersuchende Frage war die, ob bei diesen Nahrungstierbestandteilen von den Goldkarauschen überhaupt noch Unterschiede festgestellt werden können.

Die Ergebnisse der Tabelle 10 zeigen, daß die jeweiligen Tierreste, mögen sie auch noch so weitgehend extrahiert worden sein, meist noch stärkere Geschmacksstoffe enthalten als die aus ihnen gewonnenen Extrakte.

Tabelle 10.

Nahrungstiere	Ätherextrakt (Fette)	ätherextrah. Nahrungstierreste	Wasserextrakte	äther-wasserextrah. Nahrungstierreste
	%	%	%	%
Lumbricus	21,5	42	21,5	15
Leptodora	17	29	16	38
Chironomus (Larven)	16	38	25	21
Micronecta	18	43	13	26
Carinogammarus	18	39	18	25
Unio	11	40,5	28,5	20
Daphnia	12	40	12	36
Limnaea	28	23	27	22
Dreissensia	9	45	9	37
Planorbis	10	50	13	27
Cambarus	10	32	16	42
Paludina	10	66	9	15

Die **beiden Arten von Extrakten** wurden von den Karauschen **verschieden** stark **beachtet,** also deutlich **unterschieden.** Um dieses Ergebnis noch besser hervortreten zu lassen, habe ich die Tabelle umgerechnet. Wie die Darstellungen der ganzen Versuchsreihe, so wurden die einzelnen Versuche dieser Tabelle nach der Bevorzugung der Nahrungstierprodukte ausgewertet, also die Prozentunterschiede gegeneinander abgewogen.

Beispiel:

Nahrungstiere	Ätherextrakt (Fette)	ätherextrah. Nahrungstierreste	Wasserextrakte	äther-wasserextrah. Nahrungstierreste
	%	%	%	%
Carinogammarus	18	39	18	25

Das Fett steht dem ätherextr. Tier um 21 % (— 21), dem Wasserextrakt um 0 % dem Tierrest um 7 % (— 7 %) nach, zusammen für das Fett — 28 %. Die ätherextrahierten Tierreste wurden vor dem Fett um (+ 21 %) und dem Wasserextrakt um

21 % (+ 21), = 42 % und vor den äther-wasserextrah. Nahrungstierresten um + 14 %, zusammen also um + 56 % bevorzugt. Wenn diese Umrechnungsart für alle niederen Wassertiere der letzten Tabelle durchgeführt wird, ergibt sich nach einer Durchschnittsberechnung:

Ätherextrakt (Fette)	ätherextr. Nahrungstierreste	Wasserextrakt	äther-wasserextr. Nahrungstierreste
— 40 %	62 %	— 30 %	8 %

Besser ist es, die Prozentbezeichnung fortzulassen und diese Zahlen als Wertzahlen aufzufassen. In diesen Wertzahlen wird die verschiedenartige Bevorzugung der Tierbestandteile gekennzeichnet. Aus dem Zahlenergebnis **muß geschlossen werden, daß der Wasserextrakt dem Fett der niederen Wassertiere vorgezogen wurde.**

Während das Fett ziemlich stark den arteigenen Geruch der einzelnen Arten von Wassertieren an sich hat und gelöste Farbstoffe enthält, riecht der Wasserextrakt von allen Nahrungstieren ziemlich gleichartig (mehr oder minder intensiv nach Liebigs Fleischextrakt). Auf Grund qualitativer chemischer Analyse scheint der Wasserextrakt hauptsächlich aus Glykogen, wasserlöslichen Eiweißstoffen und Salzen zu bestehen. In der Farbe unterscheiden sich die Wasserextrakte nur wenig voneinander. Der Farbton ist als dunkelbraun zu bezeichnen. Der Geschmack des Wasserextraktes ist nach meiner Feststellung schwach bitter, aber fade und etwas seifenähnlich.

Nach meiner eigenen Empfindung hat das Fett mit den Geschmacksstoffen niederer frischer Wassertiere größere Ähnlichkeit als der Wasserextrakt. Trotzdem wurde der Wasserextrakt dem Fett der Nahrungstiere von den Karauschen vorgezogen.

Die blinden Karauschen haben die Wasserextrakte dem Fett noch stärker vorgezogen.

Tabelle 11.

Nahrungstiere	Ätherextrakt (Fette)	ätherextrah. Nahrungstierreste	Wasserextrakte	äther-wasserextrah. Nahrungstierreste
	%	%	%	%
Anodonta	20	34	23	23
Leptodora	25	31	24	20
Chironomus (Larven)	13	30	33	24
Culex (Larven)	12	38	20	30
Daphnia	17	31	23	29
Carinogammarus	13	32	28	27
Paludina	20	42	17	21

Ich habe die in Tabelle 11 aufgeführten Versuchsergebnisse mit den blinden Karauschen ebenfalls auf den Durchschnittswert umgerechnet. Eine genaue Übereinstimmung der absoluten Zahlen beider Versuchsgruppen, sehender und blinder Karauschen

kann natürlich nicht erwartet werden, zumal in beiden Versuchsgruppen verschiedenartige niedere Wassertiere verwendet wurden. Doch die eigentlichen Ergebnisse kommen in beiden Durchschnittsberechnungen klar zum Ausdruck.

Für blinde Karauschen.

Fette	ätherextrah. Nahrungstierreste	Wasserextrakte	äther-wasserextr. Nahrungstierreste
— 31	36	— 4	— 1

In dem Durchschnittswert für die letzten Versuchsergebnisse ist bewiesen, daß die Karauschen den Wasserextrakt dem Fett niederer Wassertiere noch stärker vorgezogen haben als in dem Durchschnittswert der Tabelle 10. Außerdem ist festzustellen, daß die Unterschiede zwischen den Wasserextrakten und den äther-wasserextrahierten Tierresten erheblich geringer geworden sind.

Nach den bisherigen Forschungen ist stets angenommen worden, **daß an das Tierfett die artspezifischen Geschmacksstoffe angelagert** sind. Meine Versuchsergebnisse haben aber bewiesen, daß gerade das **Fett der niederen Wassertiere, nach dem Verhalten der Karauschen beurteilt, am stärksten abgelehnt wurde. Nach der Ätherextraktion waren in den Nahrungstierresten die wesentlichen Geschmacksstoffe noch enthalten.** Die chemischen Sinne des Menschen werden dagegen das Nährtierfett jederzeit als den Bestandteil bezeichnen, der die stärksten Geschmacksstoffe enthält. Die Tierfette wurden immer in Ätherlösung aufbewahrt, meist aber sogleich nach der Extraktion verwendet. Deswegen ist es nicht möglich, daß durch Spaltung in Fettsäuren (Ranzigwerden) die Tierfette unschmackhaft gemacht worden sind. Da die mit Äther extrahierten Nahrungstiere von den Karauschen noch derartig bevorzugt wurden, konnten **die Tierfette keine auf die Fische wirksamen Geschmackstoffe enthalten.** Die wesentlichen Geschmackstoffe wären dann durch die Extraktion entfernt worden. Wenn auch die **Wasserextrakte** stärker beachtet worden sind als die Tierfette, so **haben sie doch offenbar noch nicht die typischen Geschmacksstoffe der Wassertiere enthalten. In den Wasserextrakten** schienen allerdings **Bestandteile** enthalten zu sein, **die einen entscheidenden Anteil an dem Geschmackscharakter des frischen Nährtieres hatten.** Bewiesen wurde das offensichtlich durch die Ergebnisse, jedoch wurden **die Tierreste den Extrakten gegenüber immer noch bevorzugt.** Ich bin nach den Ergebnissen dieser Versuche der Meinung, **daß es niemals gelingen wird, aus niederen Wassertieren spezifische Geschmacksstoffe zu isolieren, die bei den Fischen das gleiche Verhalten auslösen, wie es durch den Geschmack der Wassertiere selbst hervorgerufen wird.**

Der Geschmack der Nahrungstiere scheint überhaupt **nicht an irgend einen isolierbaren Extrakt** der Nahrungstiere gebunden, **sondern durch die Summe von Bestandteilen bedingt** zu sein,

die niemals als isolierte Stoffe den Geschmack eines niederen Wassertieres erzeugen werden. Geschmacksstoffe haften außerdem den niederen Wassertieren nicht oberflächlich an, sondern sie sind nicht zu trennende Bestandteile des gesamten Körpers der niederen Wassertiere.

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuche sind sehr wesentlich, weil zum ersten Male nachgewiesen werden konnte, daß **die Karauschen überhaupt auf verschiedene Einzelbestandteile niederer Wassertiere verschieden reagieren.** Die Karauschen, die an sich ziemlich wahllos fressen, haben deutlich die Veränderungen unterschieden, die durch die verschiedenartige Behandlung der niederen Wassertiere hervorgerufen worden waren.

Ich führe nun in Tabelle 12 noch einmal die drei Wertreihen auf (vgl. die Auswertungen der Darstellungen Nr. 15, 17, 18, 19), um zu zeigen, daß sich in dem Verhalten normaler und blinder Karauschen keine Unterschiede zeigen.

Tabelle 12.

Normale Goldkarauschen,

Nahrungstiere

frisch:

Unio	20
Paludina	16
Dreissensia	7,5
Lumbricus	3,5
Limnaea	3,2
Planorbis	— 4
Carinogammarus	— 4,3
Daphnia	— 5,2
Cambarus	— 5,3
Anabolia	— 18,6

getrocknet

Unio	30
Paludina	29
Chironomus (Larven)	26
Cambarus	21
Planorbis	9,5
Lumbricus	9,3
Leptodora	5
Limnaea	0
Dreissensia	— 12
Carinogam.	— 21
Daphnia	— 38
Micronecta	— 52,5

Goldkarauschen (blinde)

getrocknet

Anodonta	34
Chironomus (Larven)	2,5
Paludina	1,5
Leptodora	1,5
Culex (Larven)	— 6
Carinogam.	— 11
Daphnia	— 16

Kaulbarsche.

frisch:

Lumbricus	47
Cambarus	42
Chironomus (Larven)	6,2
Daphnia	5,7
Anabolia	5,0
Unio	— 5,7
Carinogam.	— 18,0
Dreissensia	— 31,5
Paludina	— 84.0

Die **Übereinstimmung** der drei Reihen ist trotz Verwendung blinder und normaler Karauschen und trotz der Verwendung frischer und getrockneter niederer Wassertiere **sehr weitgehend.** Eine Ausnahme bilden die Nahrungstiere Dreissensia und Cambarus, die als getrocknete Tiere schwächer, bzw. stärker beachtet wurden. Aber gerade diese beiden Nahrungstiere unterschieden sich in frischem und getrocknetem Zustand auch nach meinem Empfinden ganz erheblich.

Die Einheitlichkeit der drei Reihen zeigt noch einmal ganz offensichtlich die Bevorzugung der Weichtiere durch die Goldkarauschen. In Abstufungen folgen dann Zuckmückenlarven, Regenwürmer, Krebstiere, Sprockwürmer und Wasserwanzen. Auffällig ist die gleichbleibende Reihenfolge der Krebstiere bis auf die schon erwähnte Ausnahme von Cambarus. Gegenüber den Nahrungstierreihen für Goldkarauschen zeigt die Nahrungstierreihe für Kaulbarsche eine vollkommen andere Ordnung. Die Reihenfolge der Nahrungstiere für Kaulbarsche zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit den Ergebnissen der Barschversuche.

Zusammenfassung der Versuche mit Goldkarauschen und Kaulbarschen.

1. Es ist durch eine hinreichende Zahl von Versuchen bewiesen worden, daß die Sandplattenmethode geeignet ist, die Unterscheidbarkeit der verschiedenen Geschmacksstoffe beigemischter Nahrungstiere durch die Fische nachzuweisen. Nach den Versuchsergebnissen mit frischen, niederen Wassertieren ist festzustellen, daß Goldkarauschen, wie auch Kaulbarsche, reine Sande von Nahrungstiersanden einwandfrei unterscheiden.

2. Von den beigemischten niederen Wassertieren werden genau dieselben Arten bevorzugt, die nach Nahrungsuntersuchungen an Fischen auch im freien Gewässer bevorzugt gefressen werden.

3. Die Auswahl und Unterscheidung verschiedener niederer Wassertiere durch den Geschmackssinn ist bei Kaulbarschen wesentlich ausgeprägter als bei Goldkarauschen.

4. Blinde Karauschen unterscheiden die Nahrungstiere genau so sicher und bevorzugen die gleichen Nahrungstiere wie sehende Karauschen.

5. Frische und getrocknete Nahrungstiere werden von Goldkarauschen unterschiedslos gleich stark beachtet.

6. Im Vergleich zu getrockneten und ätherextrahierten Nahrungstieren der gleichen Art werden Nahrungstierfette fast vollkommen gemieden. Die ätherextrahierten Tierreste werden gegenüber frischen und getrockneten Nahrungstieren kaum unterschieden. Die Tierfette enthalten demnach keine spezifischen Geschmacksstoffe, sondern die spezifischen chemischen Reizstoffe sind noch in den ätherextrahierten Nahrungstieren enthalten.

7. Wasserextrakte der Nahrungstiere werden den Tierfetten vorgezogen, obwohl dem Geruch und Geschmack nach bei menschlicher Beurteilung die Tierfette den frischen Wassertieren viel ähnlicher sind als die Wasserextrakte.

8. Obwohl die Tierreste nach der Wasserextraktion gegenüber den ätherextrahierten Nahrungstieren stark an spezifischem Wert verloren haben, werden sie den Extrakten stets vorgezogen.

9. Der spezifische Geschmack eines niederen Wassertieres ist durch Bestandteile bedingt, die als gesonderte Stoffe niemals den Geschmack des bestimmten Nahrungstieres darstellen werden. Nur an die Nahrungstiere gebunden, werden die Geschmacksstoffe wirken und die spezifische Eigenart des Geschmacks eines bestimmten niederen Wassertieres bedingen.

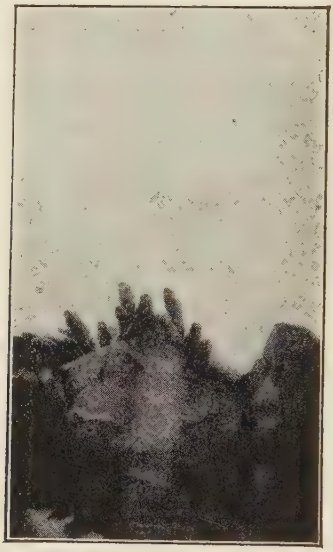
V. Versuche mit Aalen.

In der ersten Versuchsreihe, in der Barsche als Versuchsfische verwendet wurden, sind nur zwei niedere Wassertiere durch chemische Entzugmittel in ihrer Beschaffenheit verändert worden. In der zweiten Versuchsreihe wurden zwar fast alle Nahrungstiere durch Lösungsmittel beeinflußt; aber ich hielt es für wichtig, die gewonnenen Ergebnisse in einer dritten Versuchsreihe noch einmal nachzuprüfen. Zu dieser dritten Versuchsreihe wurden Aale verwendet. Ich arbeitete die Versuchsanordnung so aus, daß die Aale zu dem Nahrungstierfeld hinschwimmen mußten. Die Anzahl der Aale, die am Versuchsplatz erschien, war vielleicht abhängig von der Wirkung der verschiedenen Nahrungstiere auf die Aale. Naturbeobachtungen haben gezeigt, daß sich die Aale am Tage unter Steinen verbergen, um am Abend auf Nahrungssuche zu gehen. Möglicherweise konnte ein beliebtes Nahrungstier die Aale aus der Umgebung stärker anlocken und zum Verlassen der Verstecke bewegen als ein weniger bevorzugtes. In diesem Falle hätten die Nahrungstiere eine Fernwirkung auf die Versuchsfische ausgeübt. Ich möchte nicht entscheiden, ob der Geruchs- oder der Geschmackssinn diese Reize aufnahm und die Aale zu den Nahrungstieren hinleitete, wenn auch Untersuchungen von Bateson (6) gezeigt haben, daß besonders die Aalnase mit einem sehr verzweigten Flimmerepithel ausgestattet ist und auf entfernte Reizstoffe anspricht.

Zu den Versuchen wurden Satzaale verwendet, die von der Firma Stöckmann Boizenburg geliefert wurden. Diese kleinen Aale wurden bei wenig Wasserzufuhr in Langstromkästen gehalten, wie sie in der Forellenzucht bekannt und gebraucht sind. Nach Angaben der Literatur Schiemenz (63), Wunder (80 und 82) sollen die Aale einerseits einen guten Geruchssinn haben, andererseits aber nicht gut sehen können. Bei der Nahrungsaufnahme sollen die Aale also hauptsächlich vom Geruchssinn geleitet werden. Da ich in meinen Versuchen nur den chemischen Sinn der Aale prüfen wollte, hielt ich es für notwendig, eine größere Anzahl von Aalen zu blenden. Die Aale wurden nach der Methode von Frisch in Urethan betäubt und durch Exstirpation der Augen geblendet. Die geblendeten Fische schwammen in den ersten Tagen nach der Operation schutzsuchend in den Langstromkästen unruhig umher, sammelten sich aber bald unter Steinen, so wie es die normalen Aale von Natur aus taten. **Nur während der Versuche** wurden die blinden Aale unter ihren Steinen unruhig und schwammen aus ihrer Steinhöhle heraus, aus

der sie bis zu einer gewissen Grenzlinie sonst nur ihre Köpfe heraussteckten. Diese Grenzlinie, die quer über die Breite des Langstromkastens lief, will ich im folgenden stets als Nullinie ansehen.

Abbildung 3.



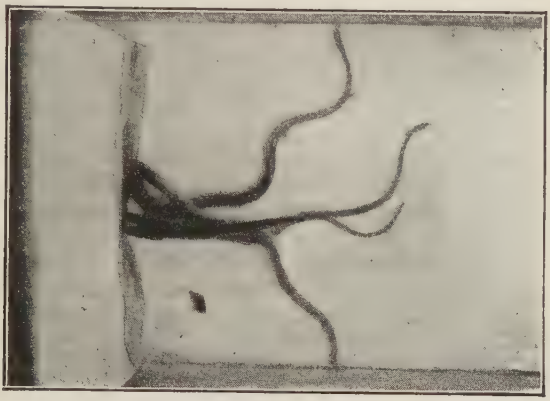
Aale unter der Steinhöhle.

In Parallelversuchen wurden sehende Aale geprüft, die sich schneller unter den für sie gebauten Steinhöhlen sammelten. Von der Nullinie aus, die auch für diese Aale festgelegt wurde, wurden in einer Entfernung von 25 cm und dann von 5 zu 5 cm Markierungen angebracht, die bis zu einer Gesamtentfernung von 80 cm reichten.

Die Versuchsmethode von Parker und seinen Schülern, die zu ihren Versuchen mit Zwergwelsen verschiedenartig gefüllte Stoffbeutel verwendeten, führten mich zu einer neuen Versuchsart. Zur Ausführung der Versuche wurden Leinenlappen verwendet, die etwa in der Größe 20×40 cm dem Querschnitt des Langstromkastens entsprachen. An einem Trageholz wurde die eine Seite des Leinenlappens mit Reißzwecken befestigt. Der andere Teil des Leinentuches tauchte, durch Büroklammern beschwert, in der ganzen Querschnittsbreite ins Wasser und hing bis 3 cm über dem Kastenboden herab. Die Tücher wurden 1—2 Tage in einem abgeteilten Raum des Versuchskastens vorgewässert, damit ihnen keine eigenen Geschmacksstoffe mehr anhaften konnten. Diese vorgewässerten Tücher wurden in der oben angegebenen Weise befestigt und auf einer Glasplatte mit zerriebenen frischen

Nahrungstieren bestrichen. In bestimmter Entfernung von der Nullinie wurde vorsichtig das Versuchstuch in den Langstromkasten hineingehängt.

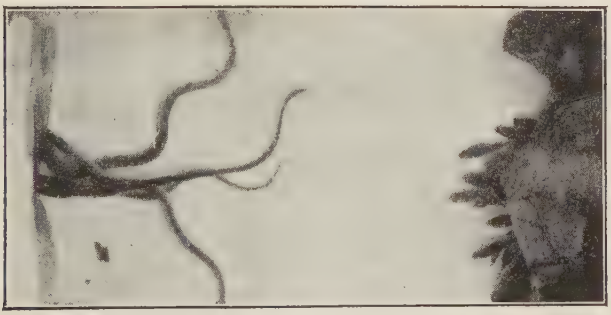
Abbildung 4.



Aale am Versuchstuch.

Von 15 zu 15 Sekunden wurde die Anzahl der Aale aufgeschrieben, die sich am Versuchstuch einfand. Die Zählung der suchenden Aale war bei meiner Versuchsart sicherer als bei Verwendung der Beutelmethode nach Parker. Außerdem hatte meine Versuchsmethode den Vorteil, daß die Bewegungen der Aale zu dem Reizfeld hin abgelesen, gleichzeitig aber auch die Erregungszeit beobachtet werden konnte. Durch Veränderungen des Abstandes des Leinentuches von der Nullinie konnten außerdem die Unterschiede der Erregung festgestellt werden.

Abbildung 5.



Aale unter der Steinhöhle und am Versuchstuch.

Gezählt wurden während des Versuches **die blinden Aale, die sich von 15 zu 15 Sekunden am Tuch oder in dessen Nähe aufhielten.**

Im Augenblick der Reizaufnahme begannen die Aale unter ihren Steinen unruhig zu werden, die Köpfe mit lebhafter Bewegung weit herauszustecken. Unter eifrigem Suchen schwammen sie dann in der Richtung, aus der der Reiz kam. In schnell steigender Anzahl sammelten sich die Aale am Versuchstuch, wenn das Nahrungstier gern gefressen wurde. Wurden die Nahrungstiere weniger geschätzt, dann kamen die blinden Aale langsam und einzeln hervor. Mit der Zahl der Aale, die am Versuchsplatz erschienen, war ein Maßstab gegeben, ob die Fische ein Nahrungstier stärker bevorzugten als ein anderes. Damit unterschieden also die Aale durch ihr Verhalten die Nahrungstiere. Die Versuche wurden für jeden einzelnen Nahrungstierbestandteil viermal bei verschiedener Entfernung (30 cm, 40 cm, 50 cm, 60 cm) an verschiedenen Tagen wiederholt. Die Versuchsprotokolle, mehr als 600, mußten wieder zusammengefaßt werden, um — leider unter Fortfall vieler wertvoller Einzelergebnisse — ein klares Endergebnis zu erzielen.

Drei herausgegriffene Versuchsprotokolle beweisen in ihren starken Abweichungen, daß verschiedene Nahrungstiere auch verschiedenartig auf das Verhalten der blinden Aale wirkten. Die Aale sprachen also tatsächlich auf verschiedene Nahrungstiere verschieden an.

Aalprotokolle.

		Wasser-	Fütterung
I. Protokoll:	Vom 17. 5. 1933	Temp. 14°	Lumbricus
II. Protokoll:	Vom 4. 7. 1933	Temp. 13°	Unio
III. Protokoll:	Vom 11. 5. 1933	Temp. 12°	Carinogam.

(Anzahl der Aale an der Versuchsstelle)

Zeit:		I. Prot. Lumbricus	II. Prot. Unio	III. Prot. Carinogam.
Entf.		40 cm	30 cm	40 cm
sec.				
	00	—	—	—
	15	—	—	—
	30	—	—	—
	45	—	—	—
1 Min.	60	1	—	—
	15	1	—	—
	30	1*)	1*)	—
	45	4	3	—
2. Min.	60	6	4	—

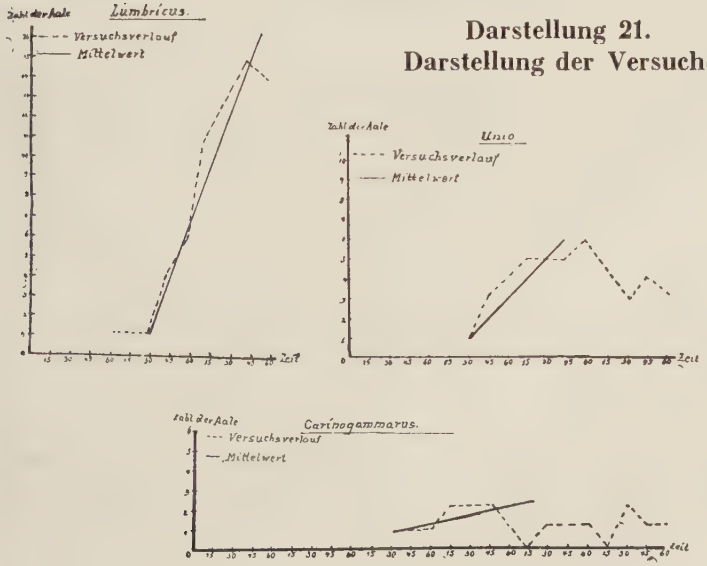
*) Auswertung von *) bis *) entspricht sieben Notierungen oder 1 Min. 45 sec.

Zeit:		I. Prot. Lumbricus	II. Prot. Unio	III. Prot. Carinogam.
	Entf.	40 cm	30 cm	40 cm
	15	11	5	—
	30	13	5	1*)
	45	15	5	1
3. Min.	60	14*)	6*)	1
	15		5	2
	30		3	2
	45		4	2
4. Min.	60		3	1*)
	15			1
	30			1
	45			1
5. Min.	60			—

*) Auswertung von *) bis *) entspricht sieben Notierungen oder 1 Min. 45 sec.

Der Verlauf der drei Versuche ist in Darstellung 21 zeichnerisch dargestellt worden. Die gestrichelte Linie zeigt den wirklichen Versuchsverlauf; die ausgezogene Linie entspricht dem Versuchsverlauf der ausgewerteten sieben Notierungen, der im vorliegenden Falle als gerade Linie aufgezeichnet wurde. Diese Darstellung verläuft als „Mittelwert" in

Protokoll I fast senkrecht,
„ II etwa unter 45°,
„ III fast wagerecht.



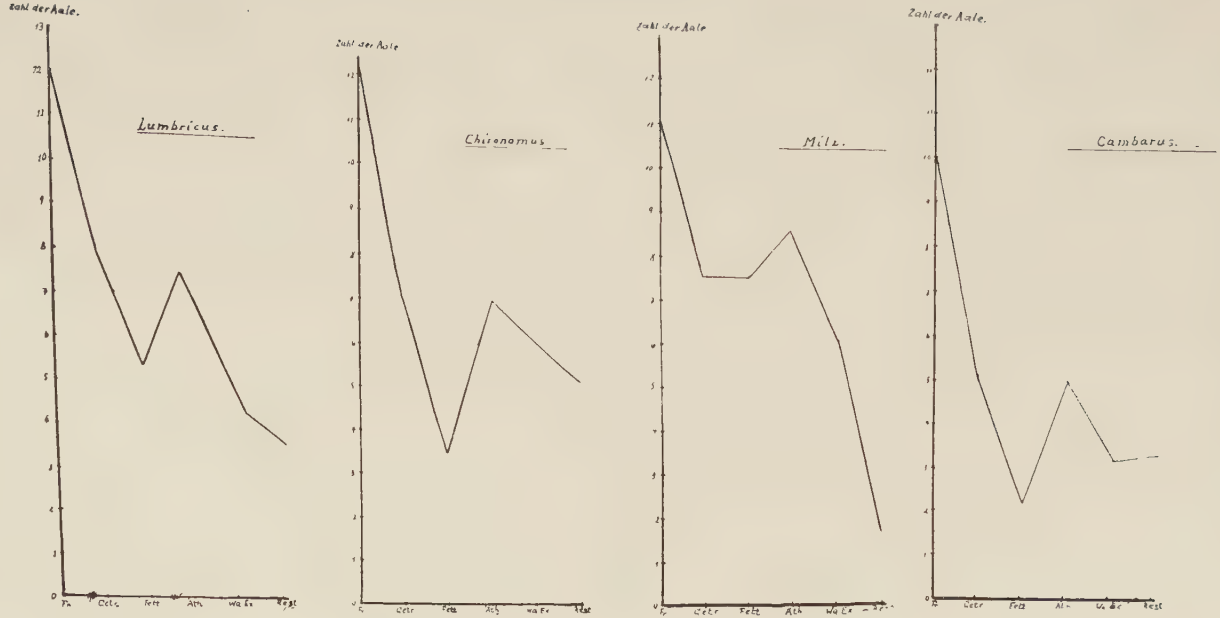
Darstellung 21.
Darstellung der Versuche.

Die Versuchsergebnisse und die Darstellungen zeigen, daß nur während der Zeit von sieben Notierungen (1 Min. 45 sec.) eine starke Wirkung der Nahrungstiere auf die Aale zu beobchten war. Zur Auswertung wurden deswegen in allen Versuchen nur sieben Notierungen = 1 Min. 45 sec. (im Protokoll auf Seite 58—59 von Stern zu Stern) vom deutlich sichtbaren Reizbeginn ab ausgewertet. Bei großen Entfernungen schwammen bisweilen ein bis zwei Aale voreilig an den Versuchsplatz, während vielleicht erst nach 3—5 Notierungen (45 sec. bis 1 Min. 15 sec.), der Reiz auf die Hauptmenge der Aale wirkte. Der Versuch wurde von dem Zeitpunkt einer wirklich sichtbaren Reizaufnahme ab gewertet. Bei der Fülle der Versuchsprotokolle konnten nur die markanten Punkte einer jeden Versuchsgruppe herausgegriffen werden. Deswegen wurde für die Zusammenfassung aus den einzelnen Protokollen immer nur ein Wert und zwar der Maximalwert benutzt. Das war meistens die 6. bis 7. der bewerteten Notierungen. Aus den Versuchsergebnissen mit den gleichen Nahrungstieren bei 30, 40, 50, 60 cm Entfernung wurde dann der Mittelwert, also sozusagen der Wert für eine Entfernung von 45 cm, errechnet. Die Umrechnung wurde nicht nur für die frischen, niederen Wassertiere benutzt, sondern auch für die chemisch beeinflußten Nahrungstiere (getrocknet, ätherextrahierte und ätherwasserextrahierte Nahrungstiere) und auch für Extrakte (Fett und Wasserextrakt).

In den folgenden Darstellungen 22 und 23 werden nicht mehr die verwendeten niederen Wassertiere unter sich verglichen, sondern es wird die Auswirkung der chemischen Beeinflussung bei jedem einzelnen Nahrungstier gezeigt. An der Art der chemischen Extraktion der Nahrungstiere wurde in dieser Versuchsreihe nichts geändert. (Vergleiche Erklärung in Versuchsreihe 2.)

Diese Darstellungen sind in Form von Kurven angelegt. Bei Vergleich aller Kurven fällt sofort eine gewisse Gleichmäßigkeit auf; immer liegt das Maximum der Darstellung im Ausgangspunkt, also bei den frischen Nahrungstieren. Dann fallen die Kurven und erreichen in den Versuchsergebnissen mit tierischem Fett ihr erstes und stärkstes Minimum, steigen darauf fast alle wieder an, haben ein zweites Maximum beim ätherextrahierten Tierrest oder beim Wasserextrakt und enden meist mit einem zweiten schwächeren Minimum für die Tierreste nach der Wasserextraktion. Im Vergleich zu den Versuchen mit Barschen und Goldkarauschen waren die Wirkungen getrockneter Nahrungstiere zum ersten Male schwächer. Trotzdem hatten sie noch genug, verhältnismäßig starke spezifische Wirkungen. Eine Ausnahme bilden Unio und Limnaea, die in getrocknetem Zustande stärker auf die blinden Aale wirkten als die frischen Nahrungstiere. Die Reize, die von den Fetten ausgingen, waren immer sehr gering und lagen unter der Wirkung getrockneter und ätherextrahierter Nahrungstiere. Das Fett von Regenwürmern, Stechmükkenlarven und Milz übte stärkere Reize aus als die Fette der

Darstellung 22.

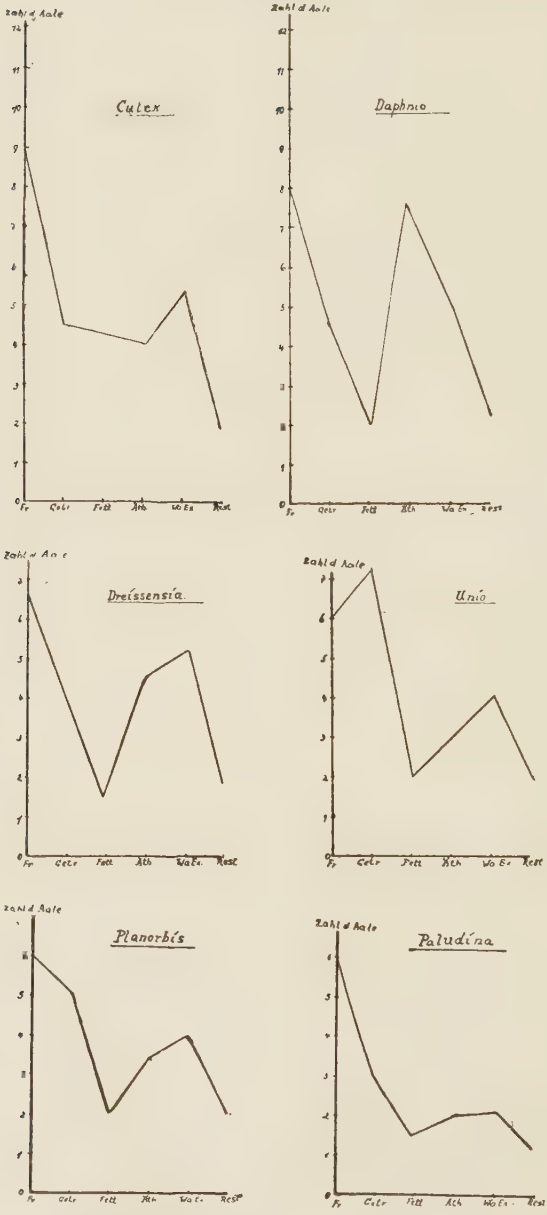


Fr. = Frisch
Getr. = Getrocknet

Fett = Fett
Äth. = Ätherextrahiert

Wa.Ex. = Wasserextrakt
Rest = Äth.-Wasser-extrahiert

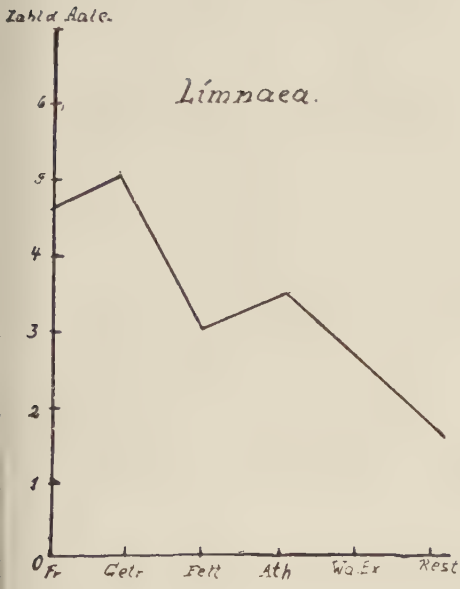
Darstellung 23.

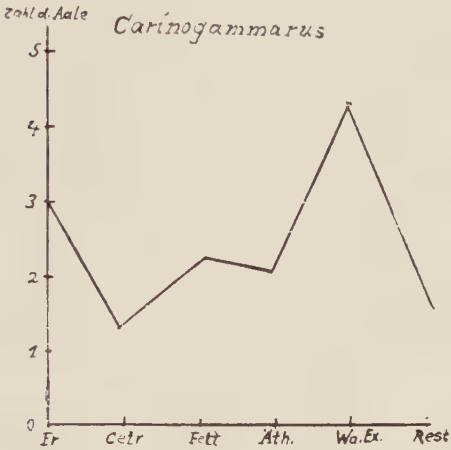


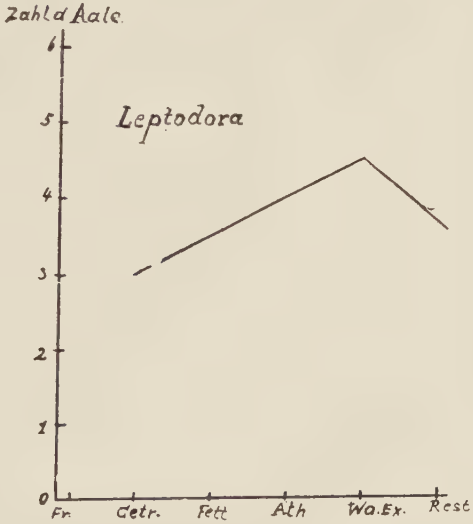
Fr. = Frisch
Getr. = Getrocknet
Fett = Fett

Äth. = Ätherextrahiert
Wa.Ex. = Wasserextrakt
Rest = Äth.-Wasser-extrahiert

Fortsetzung der Darstellung 23.







eigentlichen niederen Wassertiere. Regenwürmer, Milz und auch die vorwiegend in Regentonnen und kleinen Tümpeln lebenden Stechmückenlarven kommen aber als Naturnahrung für Fische in natürlichen Gewässern niemals in Frage.

Die mit Äther extrahierten Nahrungstiere und der Wasserextrakt haben wieder stärkere Wirkungen auf die Aale ausgeübt als das Fett. Sehr bemerkenswert ist das für den Wasserextrakt, dessen Reizwirkung erheblich größer war als die des Fettes. Zu erklären ist vielleicht die Erscheinung dadurch, daß die im Wasserextrakt gelösten Geschmacksstoffe für die Fische spezifischer sind als die im Fett der niederen Wassertiere gelösten. Im Wasser liegen eben, wie auch die vorliegenden Ergebnisse wieder beweisen, ganz andersartige Verhältnisse vor als auf dem Lande. Die Aale bekräftigten durch ihr Verhalten übrigens auch wieder die Ergebnisse der Versuchsreihe mit Goldkarauschen. Ohne wesentliche Wirkung waren die Tierreste nach der Wasserextraktion, obwohl sie noch reizstärker waren als die Nahrungstierfette. Eine Ausnahme bildeten die Tiere Carinogammarus und Micronecta, die als frische Tiere kaum eine Reizwirkung ausübten, aber nach der chemischen Beeinflussung, beispielsweise als ätherextrahierte Tiere, bei weitem reizstärker waren als die in frischer und getrockneter Form.

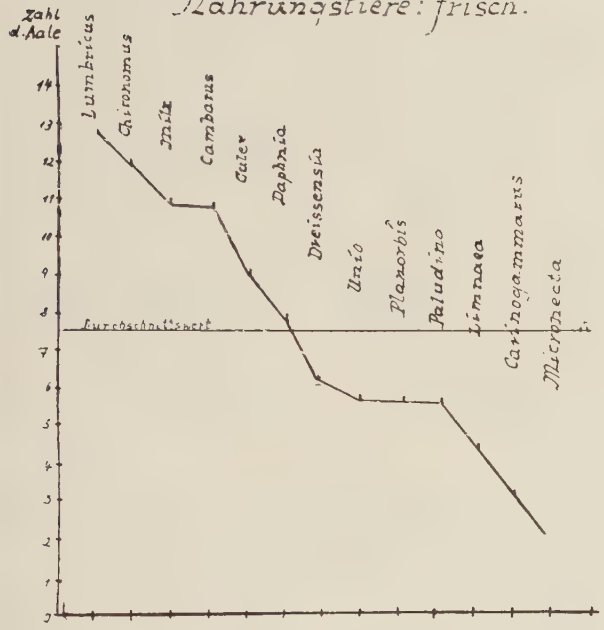
Aus den Kurven für jedes einzelne Nahrungstier ist abzulesen, mit welcher Verschiedenartigkeit die Aale die einzelnen niederen Wassertiere beachteten. Ich habe nach diesen Kurven die frischen Nahrungstiere nach fallenden Werten in einer Reihe geordnet. Nach dieser Reihenfolge sind auch die Versuchsergebnisse für getrocknete, äther-extrahierte und äther-wasserextrahierte Nahrungstiere, sowie Fette und Wasserextrakte aufgestellt worden. (Siehe Darstellung 24).

Die Ergebnisse dieser Reihen zeigen eindeutig, daß **die blinden Aale die Nahrungstiere nach den für sie spezifischen Geschmacksstoffen unterschieden haben.** Die Aale folgten der Wirkung des Fettes lange nicht so zahlreich, wie der des Wasserextraktes. Ausnahmen bildeten allerdings die Fette von Milz, Regenwurm und Stechmückenlarven, die wirksame Bestandteile enthalten mußten, da sie deutlich als Maxima über die sonst sehr niedrigen Werte für Nahrungstierfette hinausstiegen. Die Wirkung des Wasserextraktes war also auf die Aale gerade so wie auf die Goldkarauschen stärker als die des Fettes. Ich habe nach den Ergebnissen der Darstellung die Durchschnittswerte für die verschieden behandelten Nahrungstiere berechnet. Danach ist der Durchschnittswert

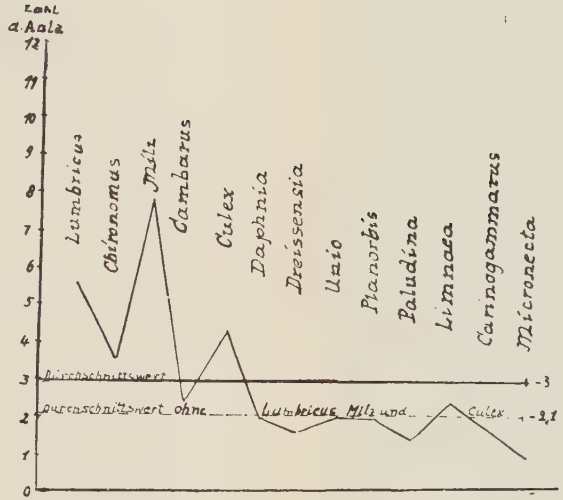
für frische Nahrungstiere	= 7,5
„ getrocknete Nahrungstiere	= 5,0
„ Fette	= 3,0
„ Fette ohne Milz, Regenwurm und Stechmückenlarve	= 2,1

Darstellung 24.

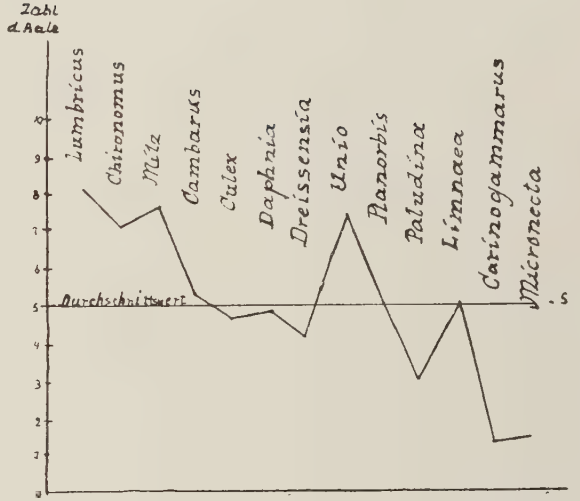
Nahrungstiere: frisch.



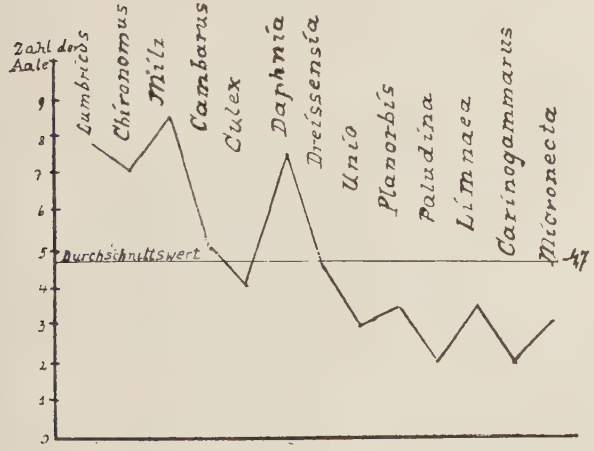
Nahrungstiere: Fette.



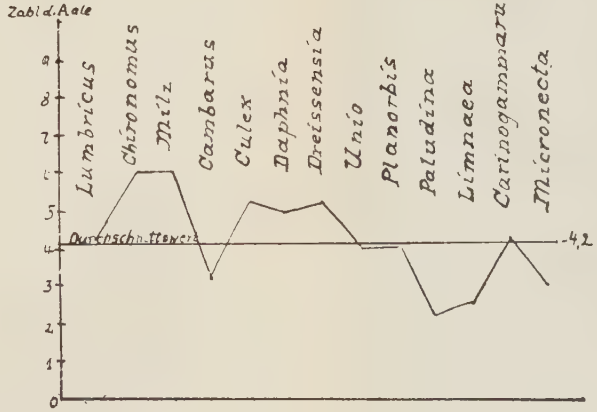
Nahrungstiere: getrocknet.



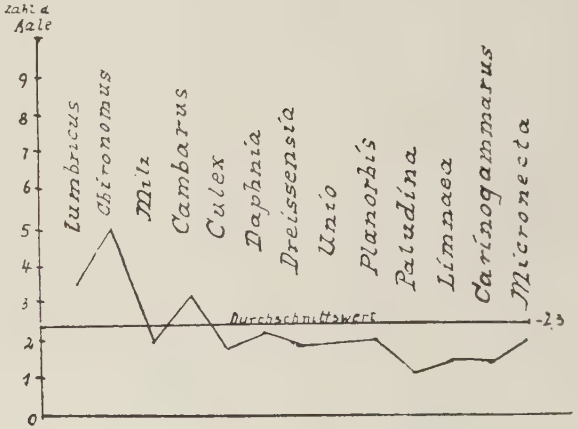
Nahrungstiere: aetherextr.



Nahrungstiere: wasserextr.



Nahrungstiere: aether-wasserextr.



für	ätherextrahierte Nahrungstierreste	= 4,7
„	Wasserextrakt	= 4,2
„	äther-wasserextrah. Nahrungstierreste	= 2,3
„	äther-wasserextr. Nahrungstierreste ohne Milz, Regenwurm und Stechmückenlarve	= 2,3

Daraus erkennt man, daß der Durchschnittswert für Tierfette durch die drei nicht zu den niederen Wassertieren gehörigen Nahrungstiere ganz erheblich verbessert wird, ohne die drei dagegen den schlechtesten Durchschnittswert darstellt. Er ist nur ⅓—¼ so hoch wie der Durchschnittswert der frischen Nahrungstiere. Wesentlich ist fernerhin der sehr hohe Durchschnittswert für den Wasserextrakt, der mehr als halb so hoch ist, wie der für frische Nahrungstiere. Demgegenüber sinken die Werte für die Nahrungstierreste nach der Wasserextraktion stark ab.

Die Ergebnisse beweisen erneut, daß **die Fette der Nahrungstiere nicht Träger derjenigen Geschmacksstoffe sind, die die Fische als spezifisch wirksame Bestandteile der Nahrungstiere beachten.**

Wie schon eingangs betont, möchte ich auch jetzt nach der Erläuterung der Versuchsergebnisse die Frage noch offen lassen, ob bei den Aalversuchen der Geruchs- oder der Geschmackssinn das zur Unterscheidung der Nahrungstiere wesentlichere Sinnesorgan ist oder ob beide gleich stark an der Reizaufnahme beteiligt sind. Ich möchte nach meinen Versuchsergebnissen aber behaupten, daß **der Geruchs- und Geschmackssinn beim Fisch sich sinnesphysiologisch anders zueinander verhalten als die gleichen Organe beim Menschen.** Vermutlich leitet der Geruchssinn die Fische zur Nahrung hin, **der Geschmackssinn dagegen läßt den Fisch die aufgenommene Nahrung unterscheiden. Als Wächter des Darmes wird auch beim Fisch der Geschmackssinn besonders empfindlich sein,** um ungeeignete oder gefährliche Bestandteile dem Körper fern zu halten.

Wenn eingangs behauptet wurde, daß das Auge der Aale eine wesentliche Rolle beim Auffinden der Nahrung spielen müsse, so widerspricht diese Behauptung den bisherigen Ansichten von Schiemenz (63) und Wunder (80). An Hand von zwei Protokollen sollte das Verhalten von sehenden Aalen noch einmal dargelegt werden. Tücher mit frischen und getrockneten Regenwurmteilen wurden in einer Entfernung von 50 und 250 cm, von der Nullinie aus gerechnet, in den Versuchskasten gehängt. Die Versuchsprotokolle zeigen, daß die Zeit zwischen Reizbeginn und Reaktionsbeginn der Aale für beide Entfernungen, 50 cm und 250 cm, völlig gleich waren. Daneben habe ich zwei Versuchsprotokolle für geblendete Aale (50 cm und 80 cm) angeführt, die zeigen, daß die Reaktionszeiten für blinde Aale ganz wesentlich höher sind. Da alle Versuchsprotokolle für sehende Aale immer dieselben Reizzeiten zeigten, kann ohne weiteres behauptet werden, daß die Aale selbst bis auf eine Entfernung von 400 cm

(durch Versuche erwiesen) die Einbringung von den Futtertüchern erkannten, obwohl die Tücher weiß waren wie die Kastenwand und sich nur die Tierstoffe etwas dunkel abhoben. (Das gilt allerdings für klares Wasser.) Die sehenden Aale schwammen auf alle dargebotenen Nahrungstiere gleichmäßig stark zu und unterschieden erst am Versuchsplatz selbst die Arten der niederen Wassertiere. Die Ergebnisse mit sehenden Aalen sollen daher nicht weiter ausgewertet werden, da sie ungenau sind und keineswegs so klare Unterschiede zeigen wie die Versuche mit blinden Aalen.

Versuchsprotokolle sehender und geblendeter Aale.

I. Prot.	20. 5. 1933	Temp. d. Wassers	11,8 °	Entf.	50 cm	Lumbricus
II. „	18. 7. 1933	„	14 °	„	2,50 m getr.	„
III. „	20. 5. 1933	„	11,8 °	„	50 cm	„
IV. „	15. 5. 1933	„	12 °	„	80 cm	„

		(Anzahl d. sehenden Aale)		(Anzahl d. geblendeten Aale)	
		I. Prot.	II. Prot.	III. Prot.	IV. Prot.
		Regenwurm	getr. Regenwurm	Regenwurm	Regenwurm
	Zeit	Entf. 50 cm	Entf. 2,50 m	Entf. 50 cm	Entf. 80 cm
	00	—	—	—	—
	15	4	1	—	—
	30	5	5	—	—
	45	6	5	—	—
1. Min.	60	8	6	—	—
	15	8	7	—	—
	30	9	7	—	—
	45	6	7	—	—
2. Min.	60	5	7	1	—
	15	9	8	4	—
	30	9	9	6	—
	45	10	11	9	—
3. Min.	60	9	10	12	—
	15			14	—
	30			14	—
	45			13	—
4. Min.	60			12	—
	15				1
	30				2
	45				2
5. Min.	60				1
	15				4
	30				5
	45				7
6. Min.	60				9
	15				11
	30				10
	45				10
7. Min.	60				9

Es erschien mir wichtig, die Mengen des gewonnenen Wasserextraktes von den verschiedenen Nahrungstieren gewichtsmäßig festzustellen und diese Gewichtsanteile prozentual auf ätherextrahierte und frische Nahrungstiere umzurechnen. Bei zwei Proben von jedem ätherextrahierten Nahrungstier wurden erstens die gewonnenen Wasserextrakte, zweitens die Gewichtsverluste der Nahrungstierreste bestimmt. Aus diesen vier Ergebnissen wurde dann der Mittelwert genommen und prozentual auf die ätherextrahierten Nahrungstiere umgerechnet.

Tabelle 13.

Wasserextraktanteile der niederen Wassertiere, prozentual umgerechnet auf ätherextrahierte Nahrungstiere.

	Wasserextrakt in %		Wasserextrakt in %
Culex (Larve)	46	Lumbricus	28
Daphnia	41	Micronecta	28
Cambarus	38	Chironomus (Larve)	26,5
Carinogammarus	32	Dreissensia	25
Leptodora	31	Unio	20
Milz	29,5	Limnaea	20

In einer Rückberechnung sind unter Verwendung der Gengschen Zahlen (Geng 21) die Wasserextraktanteile auf frische Nahrungstiere berechnet worden und in Beziehung zu dem Prozentgehalt der niederen Wassertiere an Wasser und Fett gesetzt worden.

Tabelle 14.

Wasserextraktanteile in %, berechnet auf frische Nahrungstiere.

	Wasser in %	Fett in %	Wasserextrakt in %
Carinogammarus	82,5	1,7	5,05
Lumbricus	84,8	1,24	3,9
Daphnia	90	0,6	3,9
Chironomus (Larve)	87,2	1,4	3,0
Anodonta Weich-	87	0,52	2,5
Limnaea körper	90,6	0,5	1,8

Da die Gengschen Tabellen nicht die Werte für alle Nahrungstiere enthielten, konnten die Rückberechnungen nur an einigen Tieren durchgeführt werden.

Zusammenfassung der Versuche mit Aalen.

1. Im Gegensatz zu den beiden ersten Versuchsreihen schwimmen die blinden Aale zu dem Versuchsplatz hin und kennzeichnen durch ihr verschieden zahlreiches Erscheinen an dem Versuchstuch die Wirkung der niederen Wassertiere. Dadurch werden die Nahrungstiere unterschieden.
2. Zu den Versuchen können nur geblendete Aale verwendet werden, da die normalen die Versuchsanordnung sehen und jedes gereichte Nahrungstier gleich stark beachten.
3. Getrocknete Nahrungstiere wirken auf die Aale nicht mehr so stark wir frische Nahrungstiere.
4. Wie in den Versuchsreihen mit Barschen und Goldkarauschen, üben auch nach diesen Ergebnissen die Nahrungstierfette auf die Aale die schwächste Wirkung aus.
5. Die ätherextrahierten Nahrungstierreste enthalten noch starkwirkende Bestandteile und haben fast die gleiche Wirkung wie die getrockneten niederen Wassertiere.
6. Nach dem Verhalten der Aale zu schließen, enthalten die Wasserextrakte wirksamere Bestandteile als das Fett und die Tierreste nach der Wasserextraktion.
7. Die mit Äther und Wasser extrahierten Nahrungstierreste üben auf die Aale nur noch geringe Wirkung aus. Trotzdem sind diese Tierreste noch bevorzugter als das Fett der niederen Wassertiere.

Tab

Abgestufte Wertordnung der Nah

Barschen	
Tinca (Schleienbrut)	100:0
Cambarus	94:6
Carinogammarus	90:10
Chironomus (Larve)	90:10
Libellula (Larve)	88:12
Agrion (Larve)	75:25
Bosmina-Cyclops	72:28
Lumbricus (Regenw.)	51:49
Unio	49:51
Dreissensia	40:60
Planorbis	40:60
Leptodora	34:66
Notonecta	22:78
Limnaea	15:85
Nepa	14:86

Goldkarauschen frische Nahrungstiere	
Unio	20
Paludina	16
Dreissensia	7,5
Lumbricus	3,5
Limnaea	3,2
Planorbis	—4,0
Carinogammarus	—4,3
Daphnia	—5,2
Cambarus	—5,3
Anabolia	—18,6

Goldkar getrocknete N sehend	
Unio	30
Paludina	29
Chironomus (Larve)	26
Cambarus	21
Planorbis	9,5
Lumbricus	9,3
Leptodora	5,0
Limnaea	0,0
Dreissensia	—12
Carinogammarus	—21
Daphnia	—38
Micronecta	—52,5

lle 15.

rungstiere für die Versuche mit:

uschen ahrungstiere blind		Kaulbarsche		Aale	
Anodonta	34	Lumbricus	47	Lumbricus	12,6
Chironomus (Larve)	25	Cambarus	42	Chironomus (Larve)	12,3
Paludina	15	Chironomus (Larve)	6,2	Milz	11
Leptodora	15	Daphnia	5,7	Cambarus	11
		Anabolia	5,0	Culex (Larve)	9
Culex (Larve)	— 6			Daphnia	8
Carinogammarus	—11	Unio	—5,7	Dreissensia	6,5
Daphnia	—16	Carinogammarus	—18,0	Unio	6
		Dreissensia	—31,5	Planorbis	6
		Paludina	—84,0	Paludina	6
				Limnaea	4,6
				Carinogammarus	3
				Micronecta	1,6

VI. Auswertung der Versuchsergebnisse.

Die Ergebnisse meiner Versuche haben sowohl physiologische wie auch praktische Bedeutung und zeigen, daß die Fische bestimmte niedere Wassertiere bei der Nahrungsaufnahme bevorzugen. Die Barsche, die die Nahrungstiere in Teigform von den Glasstabgestellen abfraßen, die Goldkarauschen, die die niederen Wassertiere auf den Sandfeldern aufspürten, die Aale, die durch die zerquetschten Nahrungstiere angelockt wurden: alle drei Fischarten verhielten sich den dargebotenen niederen Wassertieren gegenüber verschieden. **Die Art der Nahrungstierauswahl muß stets als spezifisch für die betreffende Fischart bezeichnet werden.** Die Literaturangaben über die Ernährung der Fische zeigen, daß jede Fischart im freien Gewässer von den in Fülle vorhandenen verschiedenen Arten von niederen Wassertieren bestimmte Arten frißt. Es herrschte nun bisher geteilte Meinung darüber, ob die Fische im freien Gewässer überhaupt bestimmte Nahrungstiere auswählen und wie diese Bevorzugung zustande kommt und nachgewiesen werden kann. Wenn die Bevorzugung bestimmter niederer Wassertiere allgemein zutrifft und nicht durch die Art des Gewässers oder die Lebensweise des Fisches (Ufer-, Boden-, Freiwasserfisch) bedingt ist, dann ist daraus zu schließen, daß der Fisch zu seinem Gedeihen diese bestimmten Nahrungstiere braucht.

Ich habe versucht, die Versuchsergebnisse aus den einzelnen Versuchsreihen, soweit sie die Ergebnisse mit frischen Nahrungstieren betreffen, miteinander in Beziehung zu setzen.

Die Ergebnisse der Versuche mit Barschen, die schon in einer anschaulichen Reihe (vgl. S. 34) aufgeführt sind, wie auch die übereinstimmenden Ergebnisse mit Goldkarauschen und Kaulbarschen (vgl. Tab. 12, S. 51) lasse ich noch einmal in Tabellenform folgen, unter Hinzunahme der Ergebnisse mit den Aalen. (Die Anzahl der Aale, die auf den Reiz des bestimmten Nahrungstieres hin am Versuchsplatz erschienen war, ist als Zahl eingetragen worden.) (Vgl. Darstellung 22, Frische Tiere.)

Diese Tabellenwerte habe ich außerdem noch in der Darstellung 25 graphisch veranschaulicht. Oberhalb der Mittellinie sind den Versuchsergebnissen entsprechend die gern gefressenen Nahrungstiere nach dem Grade ihrer Bevorzugung aufgetragen, nach unten die nicht gern gefressenen und abgelehnten. Auf der Senkrechten sind Wertzahlen zur Einteilung aufgetragen worden.

Die Darstellungen zeigen, daß **jede Fischart bestimmte Nahrungstiere bevorzugt und aus den vielseitigen verschiedenartigen Zusammenstellungen von Nahrungstieren herausgefunden hat.** Bevorzugte Nahrungstiere sind demnach für

Barsche: Krebstiere, Zuckmückenlarven und Libellenlarven.

Goldkarauschen: Weichtiere, Zuckmückenlarven und einige Krebstiere.

Kaulbarsche: Einzelne Krebstiere, Zuckmückenlarven und Köcherfliegenlarven.

Aale: Zuckmückenlarven, Stechmückenlarven, einzelne Krebstiere und noch einige Weichtiere.

Diese gern gefressenen Arten von Nahrungstieren, die nach meinen Versuchen durch die Fische von den anderen niederen Wassertieren deutlich unterschieden wurden, **sind stets die gleichen, die die Fische auch im freien Gewässer bevorzugt fressen** (vgl. Willer 78). Vergleichsweise lasse ich die Angaben von Willer für die bestimmten Fischarten hier folgen:

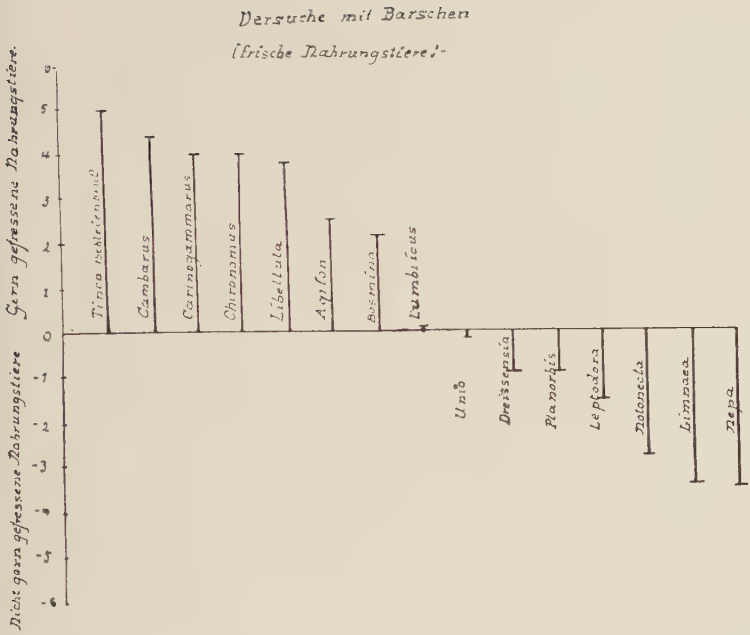
Barsch: In den ersten beiden Lebensjahren Entomostraken, Ufercladoceren und Copepoden. Im zweiten und dritten Lebensjahre: Krebstiere (besonders Carinogammarus), Zuckmükkenlarven, Egel, Libellenlarven.

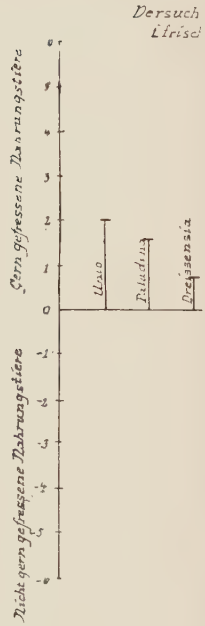
Karausche: Uferfresser, wenig wählerisch, bevorzugt kleine Weichtiere, Zuckmückenlarven und größere Krebstiere.

Kaulbarsch: Zuckmückenlarven, Krebstiere, Köcherfliegenlarven.

Aal: Allesfresser, bevorzugte Nahrung Egelarten, Krebstiere, Zuckmückenlarven, Weichtiere.

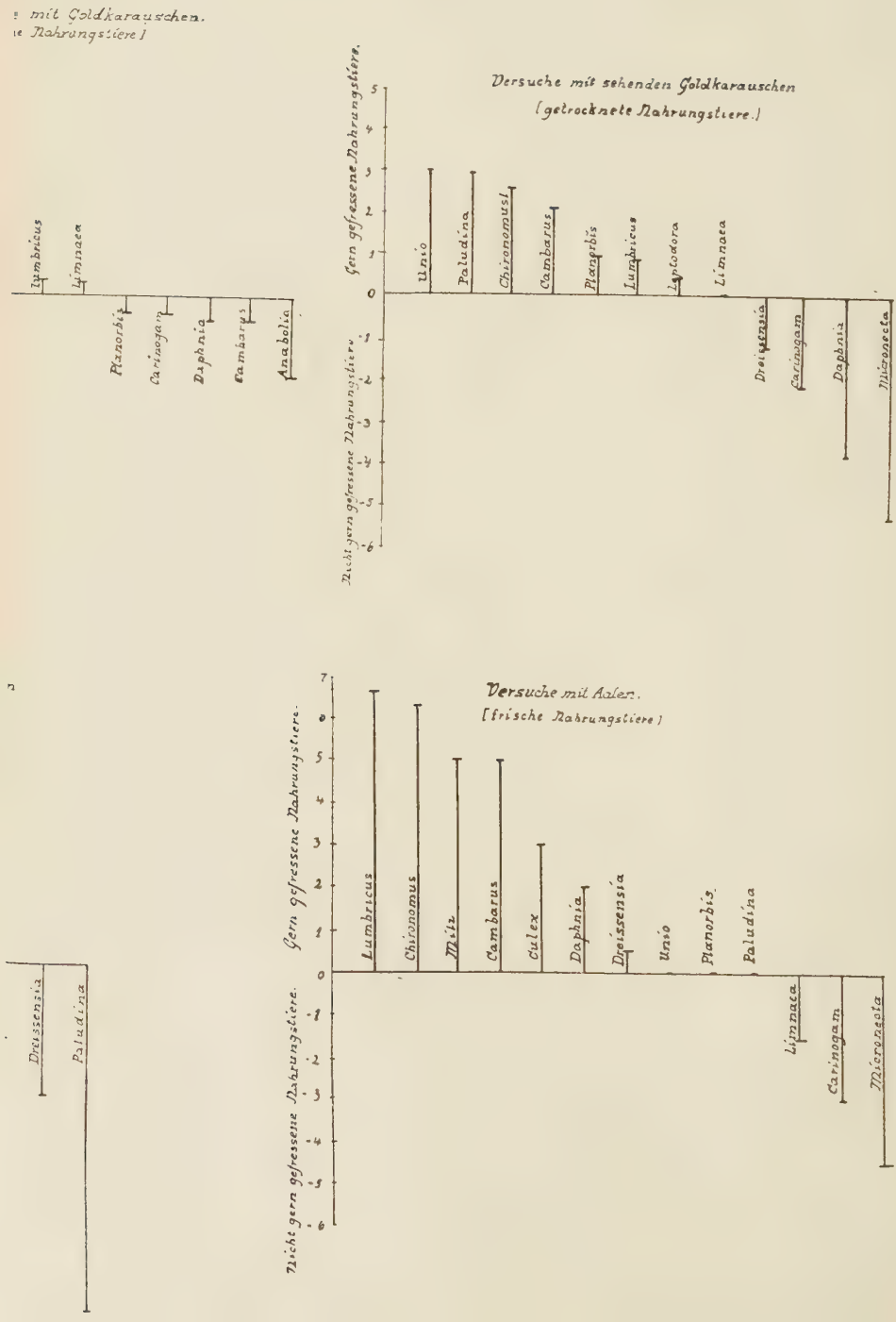
Die Übereinstimmung der Untersuchungen über die Ernährung der Fische im natürlichen Gewässer mit meinen Versuchsergebnissen tritt deutlich hervor. **Die für die Fische wichtigen Nahrungstiere wurden in jeder Zusammenstellung wieder herausgefunden und bevorzugt ausgewählt.** Ein charakteristischer Unterschied von Nahrungstier zu Nichtnahrungstier bildet sich vor allem in den Ergebnissen für die Barsche und Kaulbarsche heraus. In den Versuchsergebnissen mit Goldkarauschen wird gleichfalls der Unterschied von bevorzugtem niederen Wassertiere zu wenig gern gefressenem gekennzeichnet, aber die unterschiedliche Beachtung tritt doch nicht mehr so charakteristisch hervor. Mit der verschiedenartigen Bevorzugung der Nahrungstiere durch die Fische wird gleichzeitig die sinnesphysiologische Unterscheidungsfähigkeit der Fische für niedere Wassertiere gekennzeichnet. Die


Versuche mit Barschen
(frische Nahrungstiere)
Gern gefressene Nahrungstiere
Nicht gern gefressene Nahrungstiere
Tinca
Cambarus
Carinogammarus
Chironomus
Libellula
Agrion
Bosmina
Lumbricus
Unio
Dreissensia
Planorbis
Leptodora
Notonecta
Limnaea
Nepa


Versuch
(frisc
Gern gefressene Nahrungstiere
Nicht gern gefressene Nahrungstiere
Unio
Paludina
Dreissensia

Versuche mit blinden Goldkarauschen.
(getrocknete Nahrungstiere.
Gern gefressene Nahrungstiere
Nicht gern gefressene Nahrungstiere.
Anodonta
Chironomus l.
Paludina
Leptodora
Culex
Carinogam
Daphnia

Versuche mit Kaulbarsche
(frische Nahrungstiere)
Gern gefressene Nahrungstiere
Nicht gern gefressene Nahrungstiere.
Lumbricus
Cambarus
Chironomus larv.
Daphnia
Anabolia
Unio
Carinogam


mit Goldkarauschen.
ie Nahrungstiere.)
Lumbricus
Limnaea
Planorbis
Carinogam
Daphnia
Cambarus
Anabolia
Versuche mit sehenden Goldkarauschen
(getrocknete Nahrungstiere.)
Gern gefressene Nahrungstiere.
Nicht gern gefressene Nahrungstiere.
Unio
Paludina
Chironomus
Cambarus
Planorbis
Lumbricus
Leptodora
Limnaea
Dreissensia
Carinogam
Daphnia
Microsecta
Versuche mit Aalen.
(frische Nahrungstiere.)
Gern gefressene Nahrungstiere.
Nicht gern gefressene Nahrungstiere.
Lumbricus
Chironomus
Mitt
Cambarus
Culex
Daphnia
Dreissensia
Unio
Planorbis
Paludina
Limnaea
Carinogam
Microsecta
Dreissensia
Paludina

charakteristische Unterscheidung in meinen Versuchen war **bedingt durch die wirksamen Geschmacksstoffe der niederen Wassertiere.** Da die **Formeigenart** der niederen Wassertiere in allen Versuchsanordnungen **vernichtet** war, **wirken sich allein die spezifischen Geschmacksstoffe der niederen Wassertiere auf die Fische aus. Diese spezifischen Geschmacksstoffe waren es, die bewirkten, daß die Fische in den Versuchen aus der Fülle der Zusammenstellungsarten die bestimmten Nahrungstiere herausfanden.** Daraus kann geschlossen werden, daß **die Fische auch im freien Gewässer die Nahrungstiere nach dem spezifischen Geschmack auswählen.** Es ist anzunehmen, daß die von den Fischen ausgewählten Nahrungstiere die besten und wichtigsten zu dem Gedeihen der Fische sind. Sind diese bestimmten Nahrungstiere nicht vorhanden, wird der Fisch möglicherweise Ersatznahrung suchen, die nicht ein gleich gutes Abwachsen des Fisches hervorrufen kann. Durch die Beachtung der von mir erzielten Versuchsergebnisse können daher wichtige und wirtschaftlich nutzbringende Folgerungen für die Art der Bewirtschaftung von Seen und Flüssen mit bestimmten Fischarten aufgestellt werden. Ebenso wichtig sind meine Ergebnisse für die Art der Beköderung von Angeln, Puppen und Aalschnüren. Es war mir bereits möglich, durch Zusammenarbeit mit Fischern wesentlich bessere Fangergebnisse mit Aalschnüren zu erzielen, indem ich den Rat gab, solche Köder zu verwenden, die auch in meinen Versuchen besonders starke Reize auf Aale ausgeübt hatten. Zur genauen Beantwortung dieser Fragen sind allerdings noch weitere Versuche notwendig, insbesondere müssen die Versuche für alle Fischarten, die von wirtschaftlicher Bedeutung sind, durchgeführt werden.

Alle Versuchsergebnisse haben gezeigt, daß die Fische in den verschiedenen Zusammenstellungen die formlosen Bestandteile niederer Wassertiere herausfanden. **Die Nahrungstiere müssen spezifische Wirkungen haben, denen gegenüber sich die Fische verschieden verhalten.** Die niederen Wassertiere wurden in allen drei Versuchsreihen chemisch beeinflußt, um Einwirkungen und Veränderungen festzustellen. Es wurde festgestellt, daß **Geschmacksstoffe den niederen Wassertieren nicht oberflächlich anhaften und ihnen nicht leicht zu entziehen sind.** Getrocknete Nahrungstiere wurden in allen drei Versuchsreihen ebenso gern genommen wie die frischen, die Aale sprachen allerdings auf getrocknete Nahrungstiere nicht so stark an. Die Ätherextraktion griff die Nahrungstiere stark an, da das Fett herausgelöst wurde. Die ätherextrahierten Nahrungstierreste hatten jedoch noch sehr starke Wirkungen auf die Fische, die fast an die Wirkungen getrockneter Nahrungstiere heranreichten. Schon daraus muß geschlossen werden, daß das Fett niederer Wassertiere niemals die spezifischen Geschmacksstoffe der Nahrungstiere enthalten kann, was bisher allerdings angenommen wurde. In den Ergebnissen der drei Versuchsreihen tritt die Ablehnung des Fettes so deutlich hervor, daß über die Wirkungslosigkeit des Fettes kein Zweifel mehr bestehen dürfte. In den Ergebnissen mit weiter verände-

ten Nahrungstieren zeigen alle drei Versuchsreihen ebenfalls eine fast vollkommene Einheitlichkeit. Durch Auskochen mit Wasser wurden die ätherextrahierten Nahrungstiere in ihrer Wirksamkeit geringer, aber noch nicht wirkungslos. **Die gewonnenen Wasserextrakte** sind in den Versuchsreihen mit Goldkarauschen und Aalen **den Tierfetten stets vorgezogen worden.** Das läßt darauf schließen, daß der **Wasserextrakt wirksame Bestandteile der Nahrungstiere enthält.** Außerdem ist zu beachten, daß den Versuchsergebnissen entsprechend **die Nahrungstierreste nach der Wasserextraktion wesentlich an Wirkung verloren haben gegenüber den ätherextrahierten Nahrungstieren.** Das bedeutet, daß die den Geschmack bestimmenden Nahrungstierbestandteile in erheblichen Mengen aus den Tierresten durch die Wasserextraktion herausgelöst worden sind. Die Tierreste bleiben jedoch, wenn sie auch noch so weit chemisch beeinfußt sind, stets wirksamer als die gewonnenen Extrakte. Diese Ergebnisse sind sehr wesentlich und lassen rückschließen, welche Stoffe eigentlich stärkere Wirkung auf die Fische ausüben und möglicherweise geschmacksbestimmend sein können. Auch derartig gewonnene Extrakte, die nach meinen Versuchsergebnissen verschiedenartige Wirkungen haben, können zur Herstellung künstlicher Futtermittel und bestimmter Köderarten vielleicht mit verwendet werden. Aber auch dazu sind noch viele Versuche nötig.

Endlich ist durch meine Versuchsergebnisse die Frage bestimmend mitgelöst worden, wie die Fische die niederen Wassertiere unterscheiden und auswählen. **Die Nahrungstiere werden von den Fischen nicht wahllos gefressen, sondern ausgewählt und unterschieden. Das Sinnesorgan der Fische, das die niederen Wassertiere spezifisch unterscheidet, ist ausschließlich der Geschmackssinn.** Der Geruchssinn hat bei der Unterscheidung der Nahrungstiere nur sekundäre Bedeutung. **Die Auswahl ist bedingt durch die artspezifische Geschmacksrichtung des Fisches. Die Nahrungstiere haben ihrerseits spezifische Geschmacksstoffe, die** meiner Meinung nach nicht aus den Tierkörpern isoliert gewonnen werden können, sondern stets **nur im Zusammenhang mit den Nahrungstieren wirken.** Manche Extrakte haben vielleicht, verglichen mit der Wirkung des ursprünglichen Tieres, starke, vielleicht sogar sehr ähnliche Geschmackswirkung. Diese Extrakte können dann aber noch **nicht** als **diejenigen Bestandteile** der Nahrungstiere gewertet werden, **die die spezifischen Geschmacksstoffe der niederen Wassertiere enthalten. Jede Fischart braucht spezifische Nahrungstiere und weiß diese mit dem Geschmackssinn zu finden und zu unterscheiden.**

VII. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. In den Ergebnissen kommt zum Ausdruck, daß in allen drei Versuchsreihen das Verhalten der Fische nicht durch die Art der Versuchsanordnung beeinflußt worden ist.

2. In allen drei Versuchsreihen wurden die Nahrungstiere den Fischen in formlosem Zustand dargeboten, so daß das Auge niemals die spezifischen Unterschiede der dargebotenen Nahrungstierbestandteile unterscheiden konnte. Die beigemengten Nahrungstiere konnten stets nur durch den Geschmackssinn der Fische unterschieden werden.

3. Die frischen niederen Wassertiere wurden nach ihrem spezifischen Geschmack unterschieden. Es wurden in den Versuchen dieselben Tierarten ausgewählt und bevorzugt, die nach Nahrungsuntersuchungen an Fischen auch im freien Gewässer bevorzugt gefressen werden.

4. Die Unterscheidungsfähigkeit der Fische einzelnen Nahrungstieren gegenüber ist verschieden. Die Barsche und Kaulbarsche unterscheiden nach den Versuchsergebnissen Nahrungstiere von Nicht-Nahrungstieren viel genauer als die Goldkarauschen.

5. Jede Fischart bevorzugte in Versuchen genau so wie in der Natur bestimmte Gruppen niederer Wassertiere und zwar:

   Barsche: Krebstiere, Zuckmückenlarven und Libellenlarven.

   Goldkarauschen: Weichtiere, Zuckmückenlarven und einige Krebstiere.

   Kaulbarsche: Zuckmückenlarven, einige Krebstiere und Köcherfliegenlarven.

   Aale: Zuckmückenlarven, einige Krebstiere und Weichtiere.

6. Eine oberflächliche chemisch-physikalische Beeinflussung niederer Wassertiere vermag nicht die reizstarke Wirkung gern gefressener Nahrungstiere auf die Fische zu verschlechtern.

Nahrungstiere, die überbrüht waren, in Alkohol gelegen hatten und getrocknet waren, wurden ebenso gern genommen wie die frischen Nahrungstiere.

7. Die ätherextrahierten Nahrungstiere wurden beinahe ebenso gern gefressen wie die getrockneten. Daraus muß geschlossen werden, daß die ätherextrahierten Nahrungstierreste noch starke, den frischen Nahrungstieren ähnliche Geschmacksstoffe enthalten müssen.

8. Die Tierfette wurden in allen drei Versuchsreihen in gleicher Weise eindeutig abgelehnt und wurden von den Fischen am wenigsten beachtet.

9. Die Wasserextrakte der Nahrungstiere, die nur in Versuchen mit Goldkarauschen und Aalen geprüft wurden, zeigten sich stets reizstärker als die Tierfette.

10. Die äther-wasserextrahierten Nahrungstierreste waren noch nicht geschmacklos, sondern enthielten noch Stoffe, die denen der frischen Nahrungstiere ähnlich sein mußten, weil die Nahrungstierreste (Aale ausgenommen) immer noch den Extrakten vorgezogen wurden.

11. Der spezifische Geschmack der Nahrungstiere wird durch Bestandteile bedingt, die, gesondert, nicht den Geschmack des niederen Wassertieres werden erzeugen können. Nur an das Nahrungstier gebunden, wirken diese Geschmacksstoffe spezifisch auf die Fische.

12. Die Geschmacksrichtung jeder Fischart ist auf bestimmte Arten von niederen Wassertieren eingestellt, die von den Fischen stets gefunden und ausgewählt werden aus jedweder Zusammenstellung einer Versuchsanordnung oder auch aus der Fülle niederer Wassertierarten im freien Gewässer.

VIII. Literatur.

1. Ackermann, D. u. Kutscher, Tr., Über Krabbenextrakt. Zeitschrift f. Nahrungs- und Genußmittel, 1907. Bd. 13, p. 180, 610, 613. Bd. 14, p. 683.
2. Aronsohn, E., Beiträge zur Physiologie des Geruches. Arch. f. Anat. u. Physiol. Abt. Physiol. 1884, p. 163.
3. Baglioni, S., Zur Physiologie des Geruchssinnes und Tastsinnes der Seetiere. Zentralbl. f. Physiol. 1909, Bd. 22, p. 719—793.
4. — Zur Kenntnis der Leistungen einiger Sinnesorgane. Zeitschrift für Biologie 1910. Bd. 53, p. 255—286.
5. Baryscheva, E., Über die Synthese der Geschmacksempfindungen. Arch. f. d. ges. Physiol. 1927. Bd. 215, p. 103—105.
6. Bateson, W., The Sense Organs and Perceptions of Fishes, with Remarks on the Supply of Bait. Journal of biol. assoc. 1889, p. 225—251.
7. Bauer, V., Über das Farbenunterscheidungsvermögen der Fische. Arch. f. d. ges. Physiol. 1910. Bd. 133, p. 7—26.
8. Brofeldt, P., Über die Nahrung des Barsches und Kaulbarsches im Winter. Ztschr. f. Fischerei, 1922. Bd. 21, p. 124—151.
9. Burkamp, W., Versuche über das Farbenwiedererkennen der Fische. Ztschr. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorgane, 2. Abt. 1923, Bd. 55, p. 133—170.
10. Burne, R. H., The Anatomy of the Olfactory Organ of the Teleostean Fishes. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1909, p. 610—663.
11. Copeland, M., The Olfactory Reactions of the Puffer or Swellfish, Spheroides Maculatus. Journ. Exper. Zool. 1912, Bd. 12, 363—368.
12. Cornelius, W. O., Cysten als Todesursache bei Kaulbarschen. Zeitschrift f. Fischerei, 1935.
13. Craigie E. H. A. Preliminary Experiment upon the Relation of the Olfactory Sense to the Migration of the Sockeye Salmon. Proc. Trans. R. Soc. Can. Ottawa, Sect. V. Ser. 3, 1926, Bd. 20, p. 215—224.
14. Cronheim, W., Beiträge zur Kenntnis der Nahrungsaufnahme der Karpfen. Ztschr. f. Fischerei, 1908—1911, Bd. 15, p. 111—119.
15. Dobers, E., Nahrungsuntersuchungen bei Fischen. Ztschr. f. Fischerei 1922, Bd. 21, p. 151—206.
16. Dykgraaf, S., Untersuchungen über die Funktion der Seitenorgane an Fischen. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1933, Bd. 20, p. 162—214.
17. v. Frisch, K., Vergl. Physiol. d. Geruchs- u. Geschmackssinnes. Hdb. d. normal. u. patholog. Physiologie, Bd. 11, p. 204—239.
18. — Sind Fische farbenblind? Zool. Jahrb. Abt. Physiol. 1913, Bd. 33.
19. — Farbensinn der Fische und Duplizitätstheorie. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1925, Bd. 2, p. 393—452.
20. v. Frisch, K. und Stetter, H., Untersuchungen über den Sitz des Gehörsinnes bei der Ellritze. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1932, Bd. 17, p. 686—801.
21. Geng, H., Der Futterwert der natürlichen Fischnahrung. Ztschr. f. Fischerei, 1925, Bd. 23, p. 137—167.

23. Grün, A., Chemische Analyse der Fette und Wachse, Berlin 1925 und 1929. Bd. 1 und 2.
24. Hanström, B., Einige Experimente über Geruch und Geschmack und d. allg. chemischen Sinn. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1926, Bd. 4.
25. Herklotz, E. O., Über den Geruchs- und Geschmackssinn der Karpfen. Verh. d. Zool. Ges. Wien 1864, Bd. 14, p. 45—47.
26. Herrick, Ch. J., The Central Gustatory Paths in the Brains of Bony Fishes. Journ. Comp. Neurol. 1905, Bd. 15, p. 375—456.
27. Herter, K., Dressurversuche an Fischen. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1929, Bd. 10, p. 688—711 und 1930 Bd. 11, p. 730—748.
28. v. Heß, C., Neue Untersuchungen z. vergl. Physiol. d. Gesichtssinnes. Zool. Jahrb., Abt. Anatomie, 1913, Bd. 33, p. 387—440.
29. Hesse, R. und Doflein, F., Tierbau und Tierleben. Berlin 1910 und 1914. Bd. 1 und 2.
30. Hofer, B., Studien der Hautsinnesorgane der Fische. Ber. d. Kgl. Bay. Biol. Vers. Stat. München, 1908, Bd. 1.
31. Kemmerich E., Untersuchungen über die physiol. Wirkung der Fleischbrühe, des Fleischextraktes und der Kalisalze des Fleisches. Pflügers Arch. 1869, Bd. 2.
32. Kiesow, F. und Hahn, R., Beobachtungen über die Empfindlichkeit der hinteren Teile des Mundraumes für Tast-, Schmerz- u. Geschmacksreize. Ztschr. f. Psych. u. Physiol. d. Sinnesorgane, 1901, Bd. 26.
33. Klenk, F., Untersuchungen über die Geschmackswirkung von Säuren bei Fischen mit einem Vergleich am Menschen. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1930, Bd. 13, p. 359—396.
34. Krukenberg, C. F. W., Untersuchung der Fleischextrakte versch. Fische und Wirbeltiere. Unters. d. physiol. Inst. Heidelberg, 1881, Bd. 4, H. 1.
35. v. Lenhossék, M., Nervenendigungen in den Endknospen der Mundschleimhaut der Fische. Festschr. d. Nat. Ges. Basel, 1892, p. 92—100.
36. Lewkowitsch, I., Technologie und Analyse der Fette und Wachse. Braunschweig 1905, Bd. 1 und 2.
38. Mieller, H., Über die spezifischen Eigenschaften der Fette niederer Süßwassertiere, insbes. von Fischnährtieren. Diss. 1934.
39. Nagel, W. A., Vergl. physiol. u. anat. Unters. über den Geruchs- und Geschmackssinn und ihre Organe mit einleitenden Betrachtungen aus d. allgem. vergl. Sinnephysiol. Bibl. Zool. 1894. H. 18, p. 1—107.
40. Nolte, W., Experimentelle Unters. z. Problem d. Lokalisation d. Assoziationsvermögens im Fischgehirn. Ztschr. f. vergl. Physiol. 1932, Bd. 18, p. 255—279.
41. Öhrwall, H., Unters. über den Geschmackssinn. Skandinav. Arch. Physiol. 1891, Bd. 2.
42. Olmstedt, I. N. D., Experiments of the Nature of the Sense of Smell in the Common Catfish Amiurus nebulosus. Americ. Journ. of Physiol. 1918, Bd. 46, Nr. 5.
43. Parker, G. H., Olfactory Reactions in Fishes. Journ. Exper. Zool. 1910, Bd. 8, p. 535—542.
44. — The Olfactory Sense of Fishes. Amer. Journ. Physiol. 1911, 27, p. XIX.
45. — The Relation of Smell, Taste and the Common Chemical Sense in Vertebrates. Journ. Acad. Nat. Sci. Philad. 1912, 2 Bd. 2 ser. 15, p. 219—234.
46. Ders. u. Sheldon, R. E., The Sense of Smell in Fishes. Bull. of the United States Bureau of Fisheries. 1912, Bd. 32, p. 33—46.
47 Ders. u. Stabler, E., On Certain Distinctions between Taste and Smell. Amer. Journ. Physiol. 1913, Bd. 32, p. 230—240.

48. Pfaffenzeller, F., Über Sinnesorgane am Reusenapparat verschiedener Fische. Zool. Jahrb., Abt. Anat. 1923, Bd. 44, p. 615—26.
49. Pipping, M., Geruchssinn der Fische mit besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für das Aufsuchen des Futters. Soc. Scient. Fennica, Commentat. Biol. II, 4, Helsingfors 1926, p. 1—28.
50. — Ergänzende Beobachtungen über den Geruchssinn der Fische mit besonderer Berücksichtigung seiner Bedeutung für das Aufsuchen der Nahrung. Ebenda II, 10, p. 1—10.
51. Potonié, H., Büschelmückenlarven als „Darmparasiten". Fischereizeitung, Neudamm, 1932, Bd. 35, p. 391—392.
52. Retzius, G., Die Nervenendigungen in den Geschmacksorganen der Säugetiere und Amphibien. Biol. Unters. 1892, N. F. 4.
53. Röhler, E., Neue Aalfütterungsversuche in deutschen Gewässern. Fischereizeitung Neudamm, 1932. Bd. 35, p. 523—26.
54. Rollet, A., Beiträge zur Physiologie des Geruchs und Geschmacks. Pflügers Arch. 1899, Bd. 74.
55. Schaller, A., Sinnesphysiologische und psychologische Untersuchungen an Wasserkäfern und Fischen. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1926, Bd. 4, p. 370—464.
56. Schäperclaus, W., Die natürliche Ernährung der Bachforelle in Teichen. Ztschr. f. Fischerei, 1928, Bd. 26, p. 477—535.
57. — Lehrbuch der Teichwirtschaft. 1933, Berlin.
58. Scheuring, L., Beobachtungen und Betrachtungen über die Beziehungen der Augen zum Nahrungserwerb bei Fischen. Zool. Jahrb. Abt. Allg. Zool. 1921, Bd. 38.
59. Schiemenz, Fr., Über den Farbensinn der Fische, Ztschr. f. vgl. Physiol. 1924. Bd. 1, p. 175—220.
60. Schiemenz, P., Was frißt der Aal? Der Fischerbote, 1910, Bd. 2, p. 179.
61. — Wann frißt der Fisch? Mitt. d. Fischereiver. Brandenburg. 1918. Bd. 10, p. 67—72.
62. — Über Nahrungsuntersuchungen bei Wassertieren, insbes. Fischen. Ztschr. f. Fischerei, 1922, Bd. 21, p. 49—66.
63. — Über den Geruchssinn der Fische. Angelsport, 1924, p. 1—3.
64. Schulze, F. E., Über die becherförmigen Organe der Fische. Ztschr. f. wissensch. Zool. 1863. Bd. 12, p. 218—223.
65. — Über die Geschmacksorgane der Fische. Tagebl. d. 42. Vers. dt. Naturforscher. 1868, p. 104.
66. Sheldon, R. E., Sense of Smell in Selachians. Journ. Exper. Zool. 1911, Bd. 10, p. 51—62.
67. Steiner, I., Die Funktion des Zentralnervensystems und ihre Phylogenese. Abt. 2: Fische. 1888—1890, Braunschweig.
68. Sternberg, W., Zahl der Geschmacksqualitäten. Pflügers Arch. 1908. Bd. 125.
69. — Unterscheidungsfähigkeiten im Gebiet des Geschmacks und Geruches. Pflügers Arch. 1910. Bd. 131.
70. — Die Physiologie des Geschmackes. 1914, Würzburg.
71. Strieck, F., Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmackssinn der Fische. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1924. Bd. 2, p. 122—154.
72. Struwe, K. u. Karries, W., Die chemische Zusammensetzung einiger als Fischnahrung wichtiger wirbelloser Bodentiere der Nordsee. Wiss. Meeresunters., Abt. Helgoland, 1928—30, Bd. 17.
73. Suzuki, Michata u. Otsuki., Über die Extraktivstoffe des Fischfleisches. Ztschr. f. physiol. Chem. 1909, Bd. 62.

74. Thesen, J., Bidrag til tarmkanalens histologi og physiologi hos torken (Gadus morrhua). Arch. f. Mathematik og Naturwidenskab 1890, Bd. 14, p. 220—31.
75. Trudel, P. I., Untersuchungen über Geschmacksreaktionen der Fische auf süße Stoffe. Zeitschr. f. vergl. Physiologie, 1929, Bd. 10. p. 367—409.
76. v. Uexküll, J., Vergl. sinnesphysiol. Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme des Katzenhaies. Zeitschr. f. Biol. 1895, Bd. 32. 1905, Bd. 46.
77. Weber, E. H., Über das Geschmacksorgan der Karpfen und den Ursprung seiner Nerven. Arch. f. Anat. und Physiol. 1827. p. 309—315.
78. Willer, A., Nahrungstiere der Fische. Handbuch der Binnenfischerei. Demoll u. Maier, Bd. 1, p. 145—228.
79. Wolff, H., Farbunterscheidungen der Ellritze. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1925. Bd. 3, p. 279—329.
80. Wunder, W., Sinnesphysiol. Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme bei versch. Knochenfischarten. Ebenda, 1927, Bd. 6, p. 67—98.
81. — Wie fangen planktonfressende Fische ihre Nahrungstiere? Ebenda 1932, Bd. 17, p. 304—336.
82. — Wie finden die Fische ihre Nahrung? Fischereiztg. Neudamm 1932, Bd. 35, Nr. 31.
84. Wundsch, H. H., Die Arbeitsmethoden der Fischereibiologie, Handb. d. Biol. Arbeitsmethoden, Abt. IX, Teil II, 2, H. 1, 1927, p. 853—1208.
85. — Nahrung, Verdauung und Stoffwechsel der Fische. Handb. d. Ernährung u. d. Stoffwechsels d. landw. Nutztiere, 1931, Bd. 3, p. 564—659.
86. Zander, R., Über das Verbreitungsgebiet der Gefühls- und Geschmacksnerven in der Zungenschleimhaut. Anat. Anz. 1898, Bd. 14, p. 131—145.
87. Zwaardemaker, H., Der Geschmack. Ergebnisse der Physiol. 1903, Bd. 2, 2.

Lebenslauf.

Am 9. 3. 1910 wurde ich als Sohn des Lycealoberlehrers Max Hartmann und seiner Ehefrau Elsbeth geb. Protz zu Strausberg (Mark) geboren.

Von 1916—24 besuchte ich das Kaiser-Friedrich-Realgymnasium zu Neukölln und dessen Vorschule. Von 1924—29 besuchte ich das Friedrichs-Realgymnasium zu Berlin, wo ich meine Reifeprüfung ablegte.

Im Mai 1929 ließ ich mich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin immatrikulieren. Die Ausarbeitung meiner Dissertation erfolgte an der Preußischen Landesanstalt für Fischerei. Die mündliche Prüfung fand am 18. April 1935 statt.

Im April 1932 trat ich in die S.A. ein und ging im April 1933 zur S.S. über.